COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1914.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

M. P. Appell, Vice-Président, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1913.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1914.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CLIV (1er semestre de l'année 1912) est paru avec ses Tables.

Les numéros du 2e semestre de l'année 1912, et des 1er et 2e semestres de l'année 1913 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Procès-Verbaux des séances de l'Académie des Sciences, tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835. — Le Tome III (années 1804-1807) et le Tome IV (années 1808-1811) ont paru avec leurs Tables.

Volumes en cours de publication.

Procès-Verbaux. — Les 32 premières feuilles du Tome V sont imprimées.

Mémoires de l'Académie. — Tome LII. Mémoire n° 1. *Lepidostrobus Brownii (Unger) Schimper*, par M. R. Zeiller. L'impression de ce Mémoire, qui comprend 9 feuilles et 14 planches hors texte, est entièrement terminée.

Mémoires des Savants étrangers. — Tome XXXV. Le Mémoire n° 1, dont l'auteur est M. Gabriel Kœnigs, est intitulé : *Mémoire sur les courbes conjuguées dans le mouvement relatif le plus général de deux corps solides;* l'impression de ce Mémoire, comprenant 27 feuilles, est entièrement terminée.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1913.

Membres décédés.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Lucas-Championnière**, décédé subitement à l'Institut le 22 octobre.

Académiciens libres. — M. **Teisserenc de Bort**, le 2 janvier, à Cannes; M. **Cailletet**, le 2 janvier; M. **Alfred Picard**, le 8 mars.

Membres élus.

Académiciens libres. — M. **Landouzy**, le 14 avril, en remplacement de M. Teisserenc de Bort, décédé; M. **André Blondel**, le 19 mai, en remplacement de M. Cailletet, décédé; M. **Arnaud de Gramont**, le 9 juin, en remplacement de M. Alfred Picard, décédé.

Membres non résidents (1). — Ont été élus pour occuper les six places nouvellement crées : M. **Paul Sabatier**, à Toulouse, le 22 avril; M. **Gouy**, à Lyon, le 22 avril; M. **Henry Bazin**, à Chenôve (Côte-d'Or), le 5 mai; M. **Depéret**, à Lyon, le 27 octobre; M. **Gosselet**, à Lille, le 17 novembre; M. **Pierre Duhem**, à Bordeaux, le 8 décembre.

---

(1) Un décret, en date du 17 mars 1913, a créé six places de Membres non résidents.

Membre à remplacer.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Lucas-Championnière**, décédé le 22 octobre.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1913.

Correspondants décédés.

Section de Mécanique. — M. **Dwelshauvers-Dery**, à Liége, le 15 mars.

Section de Chimie. — M. **Louis Henry**, à Louvain, le 9 mars.

Section d'Anatomie et Zoologie. — Lord **Avebury** (Sir John Lubbock), à Londres, en mai.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Zambaco**, à Constantinople, récemment décédé au Caire.

Correspondants élus Membres non résidents
Pour occuper les six places créées par le décret du 17 mars 1913.

Section de Mécanique. — M. **Bazin**, à Chenôve, le 3 mai; M. **Pierre Duhem**, à Bordeaux, le 8 décembre.

Section de Physique générale. — M. **Gouy**, à Lyon, le 8 avril.

Section de Chimie. — M. **Paul Sabatier**, à Toulouse, le 21 avril.

Section de Minéralogie. — M. **Depéret**, à Lyon, le 27 octobre; M. **Gosselet**, à Lille, le 17 novembre.

Correspondants élus.

Section de Mécanique. — M. **Boulvin**, à Gand, le 21 avril, en remplacement de M. Amsler, décédé; M. **Schwoerer**, à Colmar, le 28 avril, en remplacement de M. Henry Bazin, élu Membre non résident; M. **de Sparre**, à Lyon, le 21 juillet, en remplacement de M. Dwelshauvers-Dery, décédé.

Section d'Astronomie. — M. **Lebeuf**, à Besançon, le 25 mars, en remplacement de M. Charles André, décédé.

Section de Géographie et Navigation. — M. **William-Morris Davis**, à Cambridge (Massachusetts), le 28 avril, en remplacement de Sir George Darwin, décédé.

Section de Physique générale. — M. **Auguste Righi**, à Bologne, le 1[er] décembre, en remplacement de M. Bosscha, décédé.

Section de Chimie. — M. **Carl Graebe**, à Francfort-sur-le-Mein, le 27 février, en remplacement de Sir William Ramsay, élu Associé étranger; M. **Barbier**, à Lyon, le 3 mars, en remplacement de M. Ladenburg, décédé; M. **Ciamician**, à Bologne, le 2 juin, en remplacement de M. Lecoq de Boisbaudran, décédé; M. **Charpy**, à Montluçon, le 7 juillet, en remplacement de M. Louis Henry, décédé; M. **Grignard**, à Nancy, le 1[er] décembre, en remplacement de M. Paul Sabatier, élu Membre non résident.

Section de Minéralogie. — M. **de Grossouvre**, à Bourges, le 29 décembre, en remplacement de M. Depéret, élu Membre non résident.

Section de Botanique. — M. **Hugo de Vries**, à Amsterdam, le 10 juin, en remplacement de M. Schwendener, élu Associé étranger; M. **Vuillemin**, à Mazéville, près Nancy, le 17 février, en remplacement de M. Strasburger, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Géométrie. — M. **Paul Gordan**, à Erlangen, décédé le 21 décembre 1912.

Section de Mécanique. — M. **Pierre Duhem**, à Bordeaux, élu Membre non résident, le 8 décembre 1913.

Section de Physique générale. — M. **Gouy**, à Lyon, élu Membre non résident, le 28 avril 1913.

Section de Minéralogie. — M. **Gosselet**, à Nancy, élu Membre non résident, le 17 novembre 1913.

Section d'Anatomie et Zoologie. — M. **Metchnikoff**, à Kharkof (Russie), en résidence à Paris, élu Associé étranger, le 25 mars 1912; Lord **Avebury** (Sir John Lubbock), décédé en mai 1913.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Ernst von Leyden**, à Berlin, décédé le 5 octobre 1910; M. **Mosso**, à Turin, décédé le 24 octobre 1910; M. **Zambaco**, à Constantinople, récemment décédé au Caire.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En prenant possession du fauteuil de la Présidence, M. **Paul Appell** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

L'honneur de vous présider est le plus grand que puisse désirer un savant, a dit très justement notre confrère M. Lippmann ; je vous suis profondément reconnaissant de m'y avoir appelé. Je m'efforcerai de répondre à votre confiance : ma tâche me sera rendue facile par les traditions de courtoisie et de bonne volonté qui règnent parmi nous, par la science et par le dévouement de nos deux éminents Secrétaires perpétuels.

L'importance du rôle de notre Académie croît d'année en année : presque tout le développement de la civilisation moderne prend ses racines dans les recherches scientifiques. Si l'évolution des idées philosophiques a, de tout temps, suivi la Science, jamais les conditions matérielles de la vie humaine n'ont changé aussi vite qu'aujourd'hui, sous l'influence des découvertes scientifiques les plus élevées. Qu'il s'agisse de la médecine ou de la chirurgie, des communications ou des transports, de l'industrie ou de l'agriculture, les progrès se succèdent rapides et profonds ; l'organisation de la défense nationale elle-même repose essentiellement sur l'emploi des méthodes scientifiques, pour la préparation, l'outillage et l'exécution.

C'est à notre séance hebdomadaire qu'aboutissent tous les efforts ; c'est d'elle que partent toutes les impulsions utiles, sous forme de Communications publiques, de Notes et de Rapports, et aussi, il faut bien le reconnaître, sous forme de conversations particulières, qui amènent un échange continuel d'idées, soit entre des savants de spécialités différentes, soit entre les travailleurs d'une même discipline.

Malheureusement, ces deux formes également importantes de notre activité sont trop souvent en conflit. Quand les conversations s'élèvent, l'orateur qui présente une Note ou un Rapport se fatigue, les journalistes tendent l'oreille avec désespoir, les Secrétaires perpétuels gémissent, le

Président grogne ou se résigne. Encore, s'il n'y avait à causer que nos confrères! on pourrait penser, qu'étant chez eux, ils tiennent leur salon comme ils l'entendent. Mais que dire quand des personnes admises dans la salle causent entre elles, viennent causer avec les membres de l'Académie, ou même, comme je l'ai vu une fois, *horresco referens*, s'assoient commodément dans un fauteuil académique?

S'il est vrai que l'essentiel de nos séances se trouve dans les comptes rendus, nous devons cependant faire le silence, par égard pour les orateurs, par déférence envers les savants étrangers que nous recevons si fréquemment et, aussi, pour faciliter la tâche de la presse scientifique qui représente un grand public de plus en plus désireux d'être informé de nos travaux, autant qu'il peut l'être.

Cette nécessité de concilier les deux formes essentielles de notre action a, depuis quelques années, préoccupé tous nos Présidents; MM. Cornu, Émile Picard, Armand Gautier ont indiqué l'exemple d'Académies étrangères qui possèdent, à côté de la salle des séances, une salle de réunion confortable, garnie de journaux et de revues scientifiques, où peuvent s'échanger les conversations. Cette solution est parfaite; elle devra être imposée au moment de la reconstruction de nos services. Nous pouvons dès maintenant la réaliser d'une façon provisoire, puisque nous disposons de la charmante petite salle de l'Académie française. Pourquoi nos confrères ne prendraient-ils pas l'excellente habitude d'y emmener leurs interlocuteurs? Après quelques efforts, la tradition serait définitivement établie.

Voilà, mes chers Confrères, des conseils que vous avez déjà entendus: auront-ils de l'effet en s'ajoutant aux précédents? Si je n'avais une lueur d'espoir, je ne les aurais pas donnés.

Laissez-moi, pour terminer, remercier en votre nom M. le Président sortant Guyon, de la bonne grâce, aimable et fine, avec laquelle il nous a présidés, et rappeler une parole d'Antoine d'Abbadie, qu'on devrait graver en lettres d'or sur les murs : *Écoutez-vous les uns les autres*.

ASTRONOMIE. — *Sur un projet de « Monument de l'heure ».*
Note de M. L. Lecornu.

La loi du 9 mars 1911, mise en application le surlendemain, a modifié l'heure légale française pour la mettre en harmonie avec le système de

24 fuseaux horaires adopté par toutes les nations civilisées. Depuis le 11 mars 1911, le voyageur qui quitte la France a simplement à avancer ou retarder sa montre d'une heure chaque fois qu'il passe d'un fuseau au fuseau voisin.

Mais il ne suffisait pas de s'entendre sur la manière de compter le temps; il fallait encore assurer la concordance journalière des observatoires astronomiques faite en France et à l'étranger. Par un éclatant hommage rendu à la Science française, la Conférence internationale tenue à Paris en octobre 1913 a décidé que notre pays, déjà dépositaire des étalons du Système métrique, sera chargé de contrôler l'heure et de la transmettre au monde entier, au moyen du poste de télégraphie sans fil installé à la Tour Eiffel.

L'heure nouvelle est, aux termes de la loi, l'heure de Paris retardée de 9 minutes 21 secondes. Le méridien de Greenwich, qui se trouve ainsi substitué à celui de la capitale, aborde nos côtes en un point situé sur le territoire de l'élégante station balnéaire de Villers-sur-Mer (Calvados). La position de ce point a été déterminée avec soin par le Service géographique de l'Armée. Par une coïncidence curieuse, il se trouve assez voisin du port de Dives où s'embarqua Guillaume, en 1066, partant pour la conquête de l'Angleterre ; en sorte que le lien géographique de Villers et de Greenwich symbolise le lien historique de la Normandie avec la Grande-Bretagne. On peut ajouter que le 11 mars 1911 est la date du centenaire du grand astronome normand Le Verrier et qu'un autre astronome, non moins illustre, Laplace, est né en 1749, à Beaumont-en-Auge, non loin de Villers.

Pour toutes ces raisons, un « Monument de l'heure » élevé au bord de la mer, à l'endroit précis dont il s'agit, présenterait un incontestable intérêt. Un sculpteur bien connu, M. Leduc, a conçu dans ce but un groupe ingénieux dont le modèle a été fort remarqué au Salon de 1913 : Phébus, debout sur un char tiré par des coursiers fougueux, dresse en passant sa lance pour signaler le méridien choisi par les humains ; au même instant, le coq gaulois, fièrement campé sur le globe terrestre, bat des ailes et claironne midi. L'œuvre pourrait être complétée par les médaillons de deux membres de l'Académie des Sciences : Laplace et Le Verrier.

On s'occupe actuellement de réunir les fonds nécessaires; le Conseil général du Calvados et la commune de Villers-sur-Mer ont déjà souscrit des sommes importantes.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfate ferreux et ses hydrates.* Note [1] de M. R. DE FORCRAND.

On a décrit sept hydrates différents du sulfate ferreux, à 1, 2, 3, 4, 5, 6, et $7H^2O$. Dans la présente Note je m'occuperai de l'heptahydrate, du tétrahydrate, du monohydrate et du sel anhydre.

I. *Heptahydrate.* — Le *vitriol vert* ordinaire, connu depuis des siècles, se présente toujours sous forme de cristaux humides, retenant une certaine quantité d'eaux mères, même lorsque la surface de ces cristaux paraît sèche, et il est rare qu'il ne soit pas un peu peroxydé.

On peut cependant le purifier en le pulvérisant et comprimant ensuite la poudre humide obtenue d'abord entre des feuilles de papier poreux. En répétant plusieurs fois cette double opération, on arrive à isoler une poussière très fine qui ne tache plus le papier, n'adhère plus au verre, ne contient aucune trace de sel ferrique, et dont l'analyse conduit exactement à la formule $SO^4Fe + 7H^2O$.

Ce composé ainsi purifié est absolument inaltérable à l'air, à la température de 15° et dans les conditions hygrométriques ordinaires. Il ne s'oxyde pas et n'est ni efflorescent, ni déliquescent [2].

Si donc les cristaux ordinaires du vitriol vert du commerce sont oxydés et oxydables, c'est à l'eau mère qu'ils retiennent qu'ils doivent cette propriété.

En vue de comparaisons ultérieures, j'ai repris la détermination de la chaleur de dissolution de l'heptahydrate pur, et j'ai obtenu $-4^{Cal},323$, à $+13°,5$ [3]. Thomson avait donné $-4^{Cal},515$, à $+17°,9$, ce qui fait une différence de $0^{Cal},192$ pour 4°,4, soit $0^{Cal},044$ pour 1°.

II. *Tétrahydrate.* — Si l'heptahydrate ne perd pas d'eau lorsqu'on l'expose à l'air libre à + 15°, il n'en résulte pas que sa tension d'efflorescence est nulle, mais seulement qu'elle est inférieure à celle de la vapeur d'eau dans l'air atmosphérique.

---

(1) Présentée dans la séance du 29 décembre 1913.

(2) Ce sel pulvérisé pur peut être employé pour le titrage des liqueurs de permanganate. Il suffit de le conserver dans des flacons ordinaires bouchés. $0^g,4978$ correspondent à $0^g,1$ de fer.

(3) En opérant avec de l'eau bouillie saturée d'azote, comme dans toutes les expériences qui suivent.

On sait depuis longtemps que, sous cloche sulfurique, à la température et à la pression ordinaires, ce sel s'effleurit.

En partant d'un sel pur en poudre très fine, j'ai obtenu ainsi, en 3 jours, à $+15^\circ$, le tétrahydrate, qui d'ailleurs a été préparé par d'autres méthodes par plusieurs auteurs ([1]) et dont l'existence n'est pas contestée.

Sa chaleur de dissolution à $+13^\circ,5$ est de $+1^{Cal},599$.

III. *Monohydrate.* — On peut l'obtenir par déshydratation des précédents à 100°, ou bien par l'action de l'acide sulfurique sur les dissolutions de sulfate ferreux, dans des conditions qui ont été précisées récemment par M. Florentin ([2]) qui a donné une méthode très rapide et très sûre de préparation de ce composé. C'est ce dernier procédé que j'ai employé.

Le monohydrate n'est ni oxydable, ni efflorescent, ni déliquescent à l'air libre à froid, mais en celà il ne diffère pas des hydrates précédents.

Sa chaleur de dissolution, à $+13^\circ,5$, est de $+7^{Cal},538$.

IV. *Sulfate ferreux anhydre.* — La préparation de ce sel est beaucoup plus difficile, et je crois qu'on ne l'a jamais obtenu à l'état de pureté.

Le monohydrate ne commence, en effet, à se déshydrater que vers 180° dans un courant d'hydrogène sec, et l'élimination de l'eau est extrêmement lente. Pour arriver à une déshydratation complète dans un espace de temps convenable (en fait 20 heures pour 4^g à 5^g de substance), j'ai dû maintenir la température à 250°.

Mais déjà, à cette température élevée, le sel s'altère suivant la réaction que donnent dans ces conditions beaucoup d'hydrates salins très stables (chlorures de lithium ou de magnésium, azotates de cuivre ou d'uranyle, etc.), et l'on obtient inévitablement un peu de sel basique. En fait, l'analyse du produit anhydre que j'ai préparé a donné $SO^4Fe + \frac{1}{66}FeO$.

La présence de cette petite quantité d'oxyde libre (1,5 pour 100 de l'oxyde total) n'a d'autre inconvénient que de fournir une dissolution un peu trouble. J'ai dû employer, au calorimètre, une eau légèrement acide pour dissoudre l'oxyde libre et tenir compte de cet excès d'acide.

J'ai obtenu ainsi, toutes corrections faites, à $+13^\circ,5$, le nombre $+14^{Cal},901$ pour la dissolution de SO^4Fe pur.

V. *Comparaisons.* — Les nombres précédents fournissent, par différence

---

([1]) Voir notamment MARIGNAC, *Ann. des Mines*, 5e série, t. IX, 1856, p. 11.

([2]) *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, 1913, p. 362.

de deux en deux, les résultats qui suivent :

SO^4Fe sol. + H^2O liq. = SO^4Fe, H^2O sol + $7^{Cal},363$ soit + $5^{Cal},933$ pour H^2O sol.
+ $17^{Cal},023$ » gaz.

SO^4Fe, H^2O sol. + 3 H^2O liq. = $SO^4Fe, 4H^2O$ sol. + $5^{Cal},939$ soit pour H^2O liq. + $1^{Cal},980$
» H^2O sol. + 0,550
» H^2O gaz + 11,640

$SO^4Fe, 4H^2O$ sol. + 3 H^2O liq. = $SO^4Fe, 7H^2O$ sol. + $5^{Cal},922$ soit pour H^2O liq. + 1,974
» H^2O sol. + 0,544
» H^2O gaz + 11,634

D'après ma relation générale $\frac{Q}{T} = 29,73$ pour l'eau, la température d'ébullition du monohydrate serait de 300° C., celle du tétrahydrate de 118°, 5, celle de l'heptahydrate de 118°, 3.

On s'explique ainsi pourquoi l'hydrate à 1 H^2O ne commence à s'effleurir que vers 200°, même dans un courant d'hydrogène sec; ce qui le distingue des deux autres (et de tous ceux qui peuvent exister entre le tétra et l'heptahydrate), c'est sa très grande stabilité, laquelle peut être mesurée en comparant les nombres : 5,933 et 0,550 ou 0,544, le premier étant onze fois plus grand que les autres.

Mais, en dehors de cette remarque, le Tableau précédent conduit à un résultat inattendu, c'est l'identité des deux séries de nombres (tels que 0,550 et 0,544) qui correspondent au passage du monohydrate au tétrahydrate et au passage de celui-ci au vitriol vert.

On admet en général que, lorsqu'on obtient une suite de combinaisons successives telles que :

$$\underset{(A)}{\text{Sel} + n\,H^2O} \rightarrow \underset{(B)}{\text{Sel} + (n+1)\,H^2O} \rightarrow \underset{(C)}{\text{Sel} + (n+2)\,H^2O}, \text{ etc.,}$$

le passage de A à B dégage toujours plus de chaleur que de B à C.

En réalité, on doit dire seulement que de B à C le dégagement de chaleur *n'est jamais plus grand* que de A à B [1]; mais il peut être égal ou du moins si voisin que nous ne pouvons répondre de la différence.

Si j'insiste sur ce fait, c'est qu'on est souvent porté à considérer comme un mélange un des termes d'une série du genre de la précédente lorsque sa chaleur de dissolution est la moyenne de celle de ses deux voisins. Ici on devrait alors conclure que le tétrahydrate est un mélange et raisonner de

---

(1) Malgré certains résultats de Thomsen, sur lesquels je reviendrai.

même pour tous les hydrates intermédiaires tels que ceux à 2, 3, 5, 6 H^2O qui ont été décrits. Plusieurs cependant, sinon tous, existent très certainement, car ils ont été caractérisés par d'autres propriétés, la forme cristalline notamment ([1]). Ce qu'on peut affirmer seulement c'est que, *thermochimiquement*, leur existence n'est pas démontrée; mais elle peut l'être par d'autres méthodes.

CORRESPONDANCE.

M. DE GROSSOUVRE, élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse des remercîments à l'Académie

M. BIERRY adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1912.

M. LE PRIEUR adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

MM. BAZY et PAUL RECLUS prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Lucas-Championnière*.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure intitulée : *Les prix Nobel en* 1912.

2° CARL CHRISTENSEN. *Index Filicum.* Supplementum 1906-1912. (Présenté par le Prince Bonaparte.)

3° *Les problèmes de la sexualité*, par MAURICE CAULLERY. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

([1]) Pour les hydrates de sulfate ferreux à 4 et à 5 H^2O notamment, la preuve de leur existence résulte des déterminations cristallographiques de Marignac.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète f 1913 (Delavan), faites à l'Observatoire de Marseille (chercheur de comètes).* Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1913.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de comp.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	℘ apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 22......	10.33.58	+1.10,82	+7.17,3	15 : 6	2.59. 5,43	$+\bar{1},256$	96.56.59,5	−0,824	1
» 23......	6.50. 3	+0.29,90	+1.47,8	12 : 6	2.58.24,50	$-\bar{1},336$	96.51.30,1	−0,821	2

Étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne, 1913,0.	Réduction au jour.	℘ moyenne, 1913,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1......	6,3	2.57.50,86	+3,75	96.49.59,5	−17,3	685 Wien, Ottakring
2......	»	»	+3,74	»	−17,2	Id.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une propriété caractéristique des surfaces à courbure totale négative constante.* Note de M. **Ch. Platrier**, présentée par M. Émile Picard.

Si une surface admet une famille de cercles géodésiques parallèles ayant même rayon géodésique, on sait que sa courbure totale est constante. Je me propose d'établir une propriété caractéristique plus générale des surfaces à courbure totale négative constante, laquelle se rattache à la transformation de Bäcklund comme la propriété rappelée ci-dessus se rattache à la transformation de Bianchi.

1. Soient, sur une surface réglée Σ, une génératrice Γ de paramètre de distribution p, M et M_1 deux points de cette génératrice situés à des distances d et d_1 du point central, V et V_1 les angles des plans tangents à Σ en M et M_1 avec le plan tangent à cette même surface au point central,

$$\operatorname{tang} V = \frac{d}{p}, \qquad \operatorname{tang} V_1 = \frac{d_1}{p}.$$

Posons

$$\varpi = \frac{\pi}{2} - \overline{V - V_1}, \qquad x = d_1 - d,$$

on en déduira

$$\frac{1}{x} = \frac{p}{p^2 + d^2} \operatorname{tang} \varpi - \frac{d}{p^2 + d^2}.$$

Or si l'on désigne par ρ_g et τ_g les rayons de courbure géodésique et de torsion géodésique en M de la trajectoire orthogonale des génératrices Γ qui passe en M, on établira sans difficulté que

$$\frac{1}{\rho_g} = \frac{-d}{p^2 + d^2} \quad \text{et} \quad \frac{1}{\tau_g} = \frac{-p}{p^2 + d^2},$$

d'où

$$(1) \qquad \frac{1}{x} = \frac{1}{\rho_g} - \frac{\operatorname{tang} \varpi}{\tau_g}.$$

2. Ceci posé, soient, sur une surface S, $u =$ const. et $v =$ const., deux familles de courbes orthogonales telles que les plans osculateurs des courbes v fassent, en tout point M, un angle constant ϖ avec la normale à la surface S et que les courbes u aient, en tout point M, un rayon de courbure géodésique ρ_g et un rayon de torsion géodésique τ_g satisfaisant à la relation

$$\frac{\cos \varpi}{\rho_g} - \frac{\sin \varpi}{\tau_g} = \text{const.}$$

Étudions la congruence des droites tangentes aux courbes $v =$ const.

Soient S et S_1 les surfaces focales de cette congruence. D'une part, en vertu de l'hypothèse faite sur les courbes v, les plans focaux correspondants font un angle constant ϖ. D'autre part, en vertu de l'hypothèse faite sur les courbes u, les points focaux correspondants M, M_1 sont à une distance x constante : on s'en rend compte facilement en considérant une surface Σ obtenue en menant par tous les points M d'une courbe particulière u les tangentes aux courbes v et en appliquant la relation (1) au segment de génératrice $x = MM_1$ de la surface réglée Σ circonscrite à S et S_1. Autrement dit, les deux focales S et S_1 se correspondent dans une transformation de Bäcklund et sont par suite des surfaces à courbure totale constante. D'où la propriété caractéristique que nous avions en vue : *Si sur une surface* S *les trajectoires orthogonales d'une famille de courbes, dont le plan osculateur fait en tout point un angle constant* ϖ *avec la normale, satisfont en tout point à la relation*

$$(2) \qquad \frac{\cos \varpi}{\rho_g} - \frac{\sin \varpi}{\tau_g} = \frac{1}{a},$$

où a *désigne une constante,* S *est une surface à courbure totale constante* $-\frac{1}{a^2}$.

3. Réciproquement, soient deux surfaces se correspondant dans une transformation de Bäcklund. Soit S l'une d'elles à courbure totale constante $\frac{-1}{a^2}$. Considérons les courbes $v = \text{const.}$, arêtes de rebroussement sur S des développables de la congruence de droites dont les deux surfaces considérées sont les focales. Il résulte de la formule (1) et des propriétés de la congruence en question que les trajectoires orthogonales $u = \text{const.}$ des courbes $v = \text{const.}$ satisfont en tout point à la relation (2) où ϖ est constant.

De là *un mode de génération des transformés d'une surface* S *à courbure totale constante* $-\frac{1}{a^2}$ *par transformation de Bäcklund.* On tracera sur S une courbe $u = u_0$ satisfaisant en tout point à la relation (2), où ϖ est une constante arbitraire, et l'on construira une famille de courbes $v = \text{const.}$ dont en tout point le plan osculateur fera un angle ϖ avec la normale à S et qui couperont $u = u_0$ orthogonalement. Les tangentes aux courbes $v = \text{const.}$ formeront une congruence dont la seconde focale sera la transformée la plus générale de S par transformation de Bäcklund.

De ce mode de génération et des propositions énoncées par M. G. Darboux (*Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. III, p. 467 et 468), il résulte que, si sur une surface S à courbure totale constante $-\frac{1}{a^2}$ on sait déterminer toutes les courbes satisfaisant à la relation (2) et toutes celles dont le plan osculateur fait en tout point un angle constant ϖ avec la normale à S, et cela quel que soit ϖ, on saura résoudre le même problème sans quadrature nouvelle pour toutes les transformées de S obtenues par transformation de Lie, de Bianchi et de Bäcklund.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines extensions de la formule de Stokes.* Note de M. E. Goursat.

Dans un Mémoire récent *Sur les transformations et extensions de la formule de Stokes* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 3e série, t. IV, 1912, p. 365-410), M. Buhl a rattaché à certaines généralisations de la formule de Stokes l'étude d'une classe particulière d'équations aux dérivées partielles de Monge-Ampère. A propos d'un problème sur les transformations de Backlund, j'avais été conduit antérieurement à considérer cette classe d'équations du second ordre dans un Mémoire publié en

1902 dans le même Recueil (2e série, t. IV, p. 299-348). La méthode que j'avais suivie ne diffère que par les notations et l'interprétation de celle de M. Buhl. On obtient les équations dont il s'agit en écrivant que l'expression $P\,dX + Q\,dY$, où X, Y, P, Q sont quatre fonctions quelconques de x, y, z, p, q, est une différentielle exacte, ce qui conduit à une relation de la forme

$$(E)\qquad \Delta = R_{pq}(rt - s^2) + R_{yp}r + Ss + R_{xq}t + R_{xy} = 0,$$

R_{pq}, R_{yp}, R_{xq}, R_{xy}, S étant des fonctions de x, y, z, p, q qui se déduisent facilement de X, Y, P, Q. Inversement, pour qu'une équation de Monge-Ampère puisse être obtenue par cette voie, les coefficients $R_{pq}, \ldots,$ S doivent vérifier *cinq* conditions, nécessaires et suffisantes, qu'on trouvera à la page 308 de mon Mémoire. Il suffit de poser dans ces relations :

$$R_{pq} = K, \qquad R_{yp} = A, \qquad S = B, \qquad R_{xq} = C, \qquad R_{xy} = D$$

pour retrouver les conditions (J_1) de M. Buhl (p. 378).

Les autres résultats de M. Buhl pourraient de même se rattacher aisément à la théorie des transformations de Bäcklund.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques problèmes de probabilités géométriques et les hypothèses de discontinuité.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Appell.

1. Soit un segment rectiligne matérialisé AB, de longueur égale à l'unité; on se propose d'étudier les probabilités des diverses répartitions possibles, sur ce segment, d'une masse égale à l'unité. Si x désigne l'abscisse d'un point de AB et y la densité en ce point, on a la condition

$$(1)\qquad \int_0^1 y\,dx = 1$$

et un raisonnement classique conduit à admettre, comme valeur du logarithme de la probabilité d'une répartition y, l'expression $kB + k'$, k et k' étant deux constantes, dont la première est négative, et B désignant l'intégrale de Boltzmann

$$(2)\qquad B = \int_0^1 y \log y\,dx.$$

La probabilité maximum correspond au minimum de B, qui est zéro et est atteint pour $y = 1$, c'est-à-dire pour une répartition homogène.

Les valeurs des constantes k et k' dépendent des hypothèses physiques sur la divisibilité de la matière ; si l'on impose des limites à cette divisibilité, on obtient des valeurs déterminées pour ces constantes ; si la divisibilité est supposée indéfinie, la constante k devient, à la limite, égale à $-\infty$ et toute répartition autre que la répartition homogène a dès lors une probabilité rigoureusement nulle.

Les conclusions précédentes sont à peine modifiées si, outre la condition (1), on impose à la densité y une autre condition telle, par exemple, que la suivante :

$$\int_0^1 y^2\,dx = A, \tag{3}$$

A étant une constante supérieure à l'unité. Parmi les fonctions y qui vérifient les conditions (1) et (3), le minimum de B correspond à celles qui prennent seulement deux valeurs y_1 et y_2, chacune de ces valeurs étant prise pour des valeurs de x dont la mesure est la moitié de la mesure du segment donné. Parmi les répartitions qui satisfont à ces conditions, celles pour lesquelles les discontinuités sont les plus fréquentes sont, dans leur ensemble, plus probables que les autres, de sorte qu'à la limite, dans l'hypothèse de la divisibilité indéfinie, la répartition la plus probable est la répartition totalement discontinue, et cependant absolument *homogène*, dans laquelle les deux valeurs y_1 et y_2 sont aussi probables l'une que l'autre dans tout intervalle, si petit qu'il soit. Une telle discontinuité dépasse celle de toutes les fonctions qui peuvent être définies analytiquement [1].

2. Les résultats précédents expliquent la nécessité où se sont trouvés les physiciens, à la suite de M. Planck, d'introduire des hypothèses de discontinuité dans tous les domaines où ils devaient appliquer les méthodes de la théorie des probabilités. Sans de telles hypothèses, la notion même de probabilité maximum devient inutilisable. Mais, d'une part, toutes les difficultés relatives à la théorie des quanta sont loin d'être élucidées et, d'autre part, il est bien dur, comme le faisait observer Poincaré, de renoncer aux équations différentielles, à l'analyse du continu, incomparablement plus maniable que l'analyse du discontinu. Il est donc naturel de

---

[1] Voir H. LEBESGUE, *Sur les fonctions représentables analytiquement* (*Journal de M. Jordan*, 1905), et ÉMILE BOREL, *Le calcul des intégrales définies*, Chap. III, § II (*Journal de M. Jordan*, 1912).

chercher à poser sous une autre forme les questions de probabilités dans lesquelles l'introduction de la discontinuité a paru s'imposer.

3. Je me suis demandé si l'on ne pourrait pas, indépendamment de toute interprétation physique, transformer les problèmes de probabilités géométriques analogues à l'exemple précédent, de telle manière que la solution soit continue et présente cependant les caractères essentiels des solutions discontinues. Pour atteindre ce but, il faut évidemment remplacer les hypothèses usuelles de *concentration discontinue* par des hypothèses de *concentration continue*. J'ai d'abord cherché à y parvenir en imposant une valeur donnée à des intégrales, analogues aux potentiels, telles que la suivante

$$\int_0^1 \int_0^1 \frac{y y_1 \, dx \, dx_1}{\varphi(x - x_1)}, \tag{4}$$

dans laquelle la fonction $\varphi(u)$ s'annule avec u, l'intégrale restant finie (par exemple, $\sqrt{u}$ dans le cas du segment rectiligne et u pour le problème analogue à 2 ou 3 dimensions). Mais on n'échappe pas ainsi, sans hypothèse supplémentaire, à la discontinuité totale; par suite, il m'a semblé plus simple, et en même temps plus naturel, d'imposer à la fonction y une seule condition de la forme

$$|y - y_1| < \lambda |x - x_1|. \tag{5}$$

Si l'on suppose la condition (5) vérifiée quels que soient x, x_1 et les valeurs correspondantes y et y_1 de la densité, λ étant une constante très grande [1], le problème qui consiste à rendre B minimum, y étant assujetti aux conditions (1) et (3), devient analogue aux problèmes de probabilités discontinues. Il est assez remarquable que ce résultat soit obtenu au moyen de la condition (5) qui est, en somme, une condition de continuité.

PHYSIQUE. — *Sur le champ moléculaire et l'action magnétisante de Maurain.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

J'ai montré précédemment [2] que le champ moléculaire ne saurait être

---

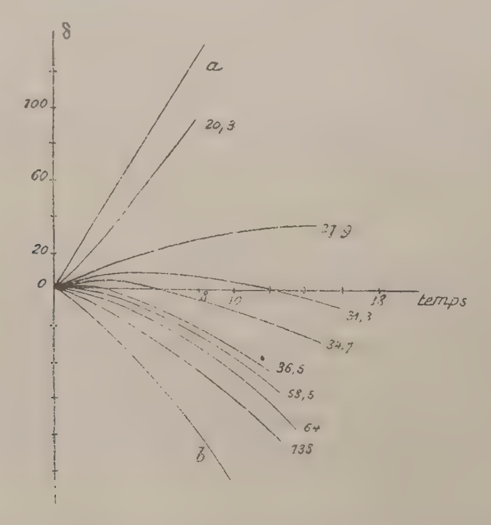
[1] Du même ordre de grandeur que le rapport des grandeurs usuelles aux grandeurs moléculaires.

[2] *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 1405.

un véritable champ magnétique et qu'il provient d'une action entre les molécules décroissant avec la sixième puissance de la distance.

Maurain (¹) a rencontré dans l'étude du fer déposé électrolytiquement dans un champ magnétique des phénomènes nouveaux qu'on est tenté de rapprocher du champ moléculaire. Les premières couches de fer sont moins aimantées que les suivantes. Celles-ci subissent donc de la part de celles-là une *action magnétisante*. Cette action peut l'emporter sur celle d'un champ extérieur faible de signe contraire et imposer son signe à l'aimantation des couches ultérieures. Pour observer la variation de cette action avec la distance, Maurain dépose sur la cathode aimantée des épaisseurs connues d'un métal indifférent (or, cuivre, argent), puis, faisant agir un champ inverse de 1,65 gauss, il observe la marche d'un magnétomètre en fonction du temps, donnant l'aimantation des couches nouvelles au fur et à mesure de leur apparition.

La figure représente les observations faites avec le cuivre comme métal



interposé. La droite supérieure *a*, correspondant à une épaisseur nulle de la couche intermédiaire, indique la production d'une matière aimantée sensiblement comme la cathode. La courbe *b*, qui correspond à une très grande épaisseur, donne l'aimantation sous l'influence du champ extérieur seul. Les courbes intermédiaires résultent de l'action simultanée du champ extérieur et de l'action magnétisante, pour les diverses épaisseurs de cuivre.

(¹) *Journal de Physique*, 4ᵉ série, t. I, 1902, p. 90.

Comme le champ moléculaire, cette action ne peut être attribuée à un champ magnétique ordinaire. Il suffit, pour s'assurer qu'elle ne dérive pas d'un potentiel, de considérer un circuit fermé, situé entièrement en dehors de la matière et dont une tranche côtoie celle-ci parallèlement à l'aimantation.

Admettons que le champ moléculaire et cette action magnétisante sont identiques et cherchons suivant quelle puissance de la distance le phénomène décroît à partir d'une place parallèle à l'aimantation limitant la substance. Supposons l'aimantation de la matière profonde conservée jusqu'à la surface. Le champ moléculaire aura, dans le plan tangent extérieurement aux atomes de la surface, la moitié de la valeur 7.10^6 gauss qu'il a dans la profondeur. Or ce plan est à une distance égale au rayon atomique de celui des centres de ces atomes. On peut estimer que c'est ce dernier qui constitue la surface magnétique à partir de laquelle on doit compter les distances. Le rayon de l'atome de fer est voisin de 0,11 mμ. D'autre part, on déduit des expériences de Maurain que l'action magnétisante équivaut à 1,65 gauss à 38 mμ de la surface. Il en résulte pour la puissance cherchée

$$n = 2,5.$$

Cette évaluation n'est pas très sensible à l'incertitude des données. Si l'on admet un champ moléculaire différant du simple au double ou à la moitié, on trouve 2,6 et 2,4. Si la distance, à laquelle le champ moléculaire est la moitié de sa valeur dans la profondeur, était, non le rayon, mais le diamètre atomique, on trouverait 2,8.

Or si l'action est en raison inverse de la puissance n de la distance à un mur indéfini, l'action des éléments de volume qui composent ce mur doit décroître avec la puissance $n+3$ de la distance. Admettons par hypothèse que cette proposition qui suppose le mur homogène soit encore applicable à un mur de structure discontinue, même lorsque la distance à ce mur est de l'ordre du rayon atomique. On obtient alors, pour la loi de décroissance de l'*action élémentaire*, la puissance

$$5,5$$

de la distance.

Donc : 1° en admettant l'identité du champ moléculaire et de l'action magnétisante, 2° en faisant les hypothèses d'homogénéité ci-dessus indiquées, 3° en admettant que les couches de Maurain sont réellement continues, on trouve, au degré d'approximation grossier des données numériques, la même loi de variation avec la distance que celle qui a été déduite de la seule considération du champ moléculaire dans les alliages. Rien ne s'oppose

donc, dans l'ordre de grandeur des phénomènes, à ce que ces deux actions, si parentes d'allure, soient réellement identiques.

CHIMIE-PHYSIQUE. — *Non-influence de l'oxygène sur certaines réactions photochimiques*. Note de MM. **Marcel Boll** et **Victor Henri**.

1° En appliquant les principes de la thermodynamique aux phénomènes photochimiques, Einstein [1] est parvenu à la loi dite *de l'équivalence photochimique*, suivant laquelle l'énergie ε absorbée par la réaction d'*une* molécule est liée à la fréquence ν du rayonnement par la relation

$$\frac{h\nu}{\varepsilon} = 1,$$

dans laquelle $h = 6,5 \times 10^{-27}$ est la constante universelle de Planck; d'après cette loi, l'absorption d'un quantum $h\nu$ d'énergie correspond à la réaction d'une molécule. La démonstration s'appuie sur plusieurs conditions : Einstein suppose que le système réagissant est un *gaz* dont les molécules se dédoublent suivant une réaction *unimoléculaire* et *réversible*, c'est-à-dire que les molécules réagissent indépendamment les unes des autres, que la transformation chimique ne s'effectue que sous l'influence du rayonnement et que la réaction inverse restitue l'énergie absorbée sous forme de radiations de même fréquence.

En pratique, ces conditions ne se sont encore jamais trouvées réalisées : aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner de ce que la mesure du quotient $\frac{h\nu}{\varepsilon}$ ait donné des valeurs fort différentes de l'unité; ce quotient, qui représente le nombre de molécules réagissant pendant l'absorption d'un quantum $h\nu$, varie entre 10^6 et 10^{-3}. Il est égal à 50 dans la décomposition photochimique de l'acide oxalique en présence de nitrate d'uranyle [2].

2° La loi d'Einstein constitue jusqu'à présent notre seul guide théorique pour l'étude des phénomènes photochimiques. Certains auteurs, en particulier Baly [3] et Bodenstein [4], ont émis *l'hypothèse* que, *dans toutes les*

---

(1) A. Einstein, *Journal de Physique*, [5], t. III, 1913, p. 277.

(2) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1893.

(3) E.-C.-C. Baly, *Physikalische Zeitschrift*, t. XIV, 1913, p. 893.

(4) Max Bodenstein, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. LXXXV, 1913, p. 329-397.

réactions photochimiques, le quotient $\frac{h\nu}{\varepsilon}$ devait être normalement égal à l'unité et ils ont attribué les écarts observés à des effets secondaires (influence du milieu pour Baly, actions électroniques pour Bodenstein).

Bodenstein accepte la théorie de Stark, suivant laquelle toute réaction photochimique débuterait par un effet photo-électrique, consistant en l'émission d'un électron par certaines molécules, laquelle émission nécessiterait l'absorption d'un quantum $h\nu$ d'énergie. Bodenstein distingue alors deux cas différents :

a. Dans les réactions *primaires*, la molécule privée de son électron entre simplement en réaction : il s'ensuit immédiatement que le nombre des molécules réagissantes est égal au nombre des quantum absorbés $\left(\frac{h\nu}{\varepsilon} = 1\right)$.

b. Au contraire, dans les réactions *secondaires*, l'électron ainsi libéré se fixe sur une autre molécule et la rend apte à réagir. Après la réaction, l'électron redevient libre et peut activer de nouvelles molécules, ce qui permet, d'après l'auteur, de concevoir comment le quotient $\frac{h\nu}{\varepsilon}$ peut être supérieur à l'unité. En outre, pour expliquer les résultats expérimentaux qu'il a obtenus avec le mélange $Cl^2 + H^2$, Bodenstein admet que les électrons libérés peuvent aussi se fixer sur des molécules fortement électronégatives comme O_2 et, en appliquant les lois de la cinétique chimique aux molécules *et aux électrons*, il trouve que la vitesse de réaction doit être inversement proportionnelle à la concentration de l'oxygène libre.

Bodenstein estimait que sa théorie était générale et il a classé parmi les réactions secondaires l'hydrolyse des acides chloroplatiniques ([1]), la décomposition de l'acide oxalique en présence du nitrate d'uranyle ([2]), la décomposition de l'eau oxygénée ([3]), etc.

3° Nous avons institué une série d'expériences permettant de faire varier la concentration de l'oxygène. Les réactions étaient produites dans un tube à essais en quartz, dans lequel plongeait un tube de verre portant deux électrodes, qui permettaient de suivre la réaction par la méthode électrométrique décrite par l'un de nous ([4]). L'expérience était faite successivement à la pression de $1^{cm},5$ de mercure et à la pression ordinaire : la concentration de l'oxygène variait donc dans le rapport de 1 à 50 et la

---

([1]) Marcel Boll, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 881; t. 155, 1912, p. 826; t. 156, 1913, p. 138 et 691; t. 157, 1913, p. 115.

([2]) Marcel Boll, *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1891.

([3]) Victor Henri et René Wurmser, *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 126 et 284.

([4]) Marcel Boll, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 349.

vitesse de réaction aurait dû varier dans le rapport de 50 à 1, d'après les prévisions de Bodenstein (*loc. cit.*, p. 364).

Or voici la moyenne de plusieurs séries d'expériences, où les vitesses de réaction sont exprimées en unités arbitraires :

a. Acide tétrachloroplatinique.

Vitesses dans le vide	Vitesses correspondantes dans l'air
276.....	310
645.....	535
650.....	630
338.....	335

b. Acide oxalique et nitrate d'uranyle.

Vitesses dans le vide	Vitesses correspondantes dans l'air
130.....	187
700.....	930
290.....	410

Ces nombres montrent nettement que l'oxygène n'a pas l'influence retardatrice que Bodenstein lui attribuait : *a*, pour l'acide chloroplatinique, la vitesse est identique dans l'air et dans le vide ; *b*, pour l'acide oxalique, elle est même un peu plus grande dans l'air (l'oxygène doit intervenir chimiquement).

4° En résumé, la théorie de Bodenstein ne s'applique pas aux deux réactions photochimiques précédentes. D'ailleurs, ces résultats n'infirment en rien la loi de l'équivalence photochimique d'Einstein, puisque les conditions imposées sont loin d'être remplies.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les rapports entre le covolume b et les constante critiques.* Note de M. L. **Gay**, présentée par M. Haller.

Dans une Note précédente [1], j'ai montré que, pour les corps normaux (corps vérifiant ma relation donnée par les tensions d'expansibilité) et pour les corps quasi normaux, les rapports $\frac{V_c}{b}$ et $\frac{R\theta}{\pi b}$ sont respectivement sensiblement constants :

$$\frac{V_c}{b} = 3{,}65, \qquad \frac{R\theta}{\pi b} = 13{,}84$$

(V_c volume critique moléculaire — θ température critique absolue — π pression critique).

J'ai calculé les valeurs de ces rapports pour un certain nombre d'autres corps.

Le covolume b a été déduit de l'application de ma formule

$$\log\pi = \log\frac{RT}{V-b} + \frac{b}{V-b}\,\frac{E\mathcal{L} + PV - RT}{RT}$$

(1) *Comptes rendus*, t. 157, 1913, p. 711.

aux corps considérés, à une température correspondant à une tension de vapeur de 200mm environ.

Pour les corps gazeux à la température ordinaire, j'ai admis pour valeur de la chaleur latente d'idéalisation, $\mathcal{L}$, la moyenne des valeurs calculées : 1° en appliquant aux tensions de vapeur la formule de Clapeyron simplifiée

$$\log\frac{p_2}{p_1} = \frac{EL}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right);$$

2° en effectuant la correction indiquée dans ma Note *Sur le calcul des chaleurs latentes de vaporisation* (1). Enfin, pour l'hydrogène, j'ai admis directement la valeur tirée de la relation précédente. J'ai obtenu les résultats suivants :

Corps.	Température absolue.	Volume moléculaire.	Covolume.	$\frac{V_c}{b}$.	$\frac{R\theta}{\pi b}$.
	°	cm³	cm³		
H^2	16,58	26,93	13,63	4,48	12,84 ; 13,67 (2)
N^2	66	32,47	21,975	3,9 ; 4,05 ; 4,07	13,26 ; 14,06
A	85,7	28,235	18,865	4,15	12,8 ; 13,65
O^2	80	26,865	18,425	4,04	13,81 ; 13,59
CO	73	33,52	22,39	3,81	13,72 ; 13,785
Cl^2	213	43,865	30,67	4,23	13,20 ; 11,99
SO^2	253	43,155	32,435	3,80	13,96 ; 13,9
NH^3	228	24,705	20,32	3,5	14,16 ; 14,44
CS^2	283	59,54	41,11	4,20	13,75 ; 14,96
$SnCl^4$	353	125,54	95,16	3,685	13,80
H^2O	323	18,233	14,577	3,755	18,44 ; 17,90 ; 16,78
»	343	18,424	14,928	3,66	16,39

(1) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1464.

(2) Les valeurs différentes d'un même rapport, pour un même corps, correspondent à des déterminations non concordantes d'auteurs différents.

Corps.	Température absolue.	Volume moléculaire.	Covolume.	$\frac{V_c}{b}$.	$\frac{R\theta}{\pi b}$.
	°	cm³	cm³		
CH^3COCH^3.......	303	74,46	57,46	3,65	13,81
$C^6H^4\langle^{CH^3\ 1}_{OH\ 2}$......	519,7	115,62	93,87	»	13,7
CH^3OH..........	313	41,39	33,50	3,513	16,01
C^2H^5OH.........	323	60,34	50,61	3,303	13,3
C^3H^7OH normal...	343	78,95	67,54	3,254	13,005
$C^6H^5NH^2$.........	411,7	90,59	71,53	3,61	15,31
$C^6H^5 - CN$.......	414,4	115	88,50	3,65	15,55

Pour le rapport $\frac{R\theta}{\pi b}$, 6 nouveaux corps $\left(O^2, CO, SO^2, SnCl^4, CH^3COCH^3, C^6H^4\langle^{CH^3}_{OH}\right)$ donnent des résultats concordant au $\frac{1}{50}$ avec la moyenne établie précédemment.

A cause de l'incertitude sur les valeurs exactes des constantes critiques, 5 corps (H^2, N^2, A, NH^3, CS^2) donnent une concordance difficilement appréciable, mais, très probablement, supérieure au $\frac{1}{20}$.

Les alcools, l'aniline, le benzonitrile, l'eau, corps nettement polymérisés, s'écartent de la moyenne 13,84; toutefois (sauf pour ces deux derniers corps ainsi que pour CH^3OH) l'écart relatif reste inférieur au $\frac{1}{10}$.

Enfin le chlore semble s'écarter suffisamment de la valeur 13,84 pour pouvoir être classé parmi les corps polymérisés.

Si, maintenant, nous considérons le rapport $\frac{V_c}{b}$, nous constatons, immédiatement, que, pour les gaz difficilement liquéfiables, la moyenne doit être sensiblement augmentée et fixée vers 3,95, la concordance, sauf pour l'hydrogène, est alors au moins du $\frac{1}{20}$.

Les autres corps étudiés, *même ceux qui sont nettement polymérisés*, concordent assez exactement avec la moyenne 3,65; 8 sur 12 donnent une concordance supérieure au $\frac{1}{25}$.

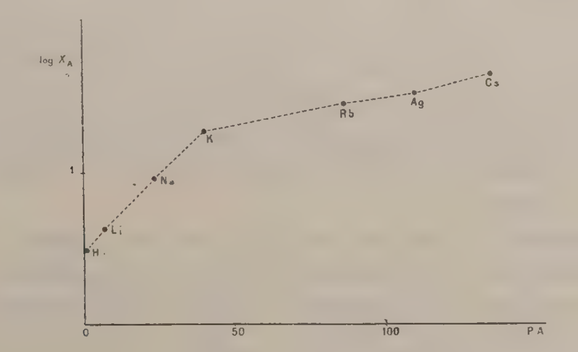
Cl^2, CS^2 s'éloignent nettement de cette moyenne ($\frac{1}{6}$ en plus) ainsi que C^2H^5OH et C^3H^7OH ($\frac{1}{7}$ en moins).

En résumé, je crois pouvoir conclure, de cette Note et de ma Note précédente (*loc. cit.*), que la constance des rapports $\frac{V_c}{b}$ et $\frac{R\theta}{\pi b}$ permet de déterminer *a priori*, et avec une exactitude assez grande, les constantes critiques des corps non fortement polymérisés.

PHYSICO-CHIMIE. — *Propriétés magnétiques des métaux alcalins en combinaison*. Note (¹) de M. **Paul Pascal**, présentée par M. Bouty.

L'additivité des propriétés diamagnétiques, vérifiée de façon satisfaisante en Chimie organique, quand on tient compte des influences constitutives, ne peut être généralisée qu'à certaines séries de la Chimie minérale; le groupe des métaux alcalins est celui où cette propriété est le plus apparente.

Il ne peut être question, pour le moment, de la conservation des propriétés magnétiques naturelles en combinaison, car aucun expérimentateur n'a encore étudié ces métaux à l'état de pureté magnétique : tous les échantillons contenaient du fer. M. Owen seul a eu entre les mains un césium diamagnétique, un rubidium faiblement paramagnétique, mais ses autres métaux étaient encore trop nettement ferrifères.



En combinaison saline, au contraire, les traces d'impuretés sont faciles à éliminer ou passent inaperçues, et tous les métaux alcalins se comportent comme s'ils étaient fortement diamagnétiques.

Pour déterminer, s'il y a lieu, leur coefficient d'aimantation atomique, il faut d'abord préciser le rôle magnétique du reste de la molécule. L'étude des éthers-sels minéraux ou organiques, dans lesquels l'influence des groupes hydrocarbonés peut être facilement calculée, nous a fourni depuis longtemps la valeur de la part contributive propre aux radicaux acides

(¹) Présentée dans la séance du 29 décembre 1913.

dans le coefficient d'aimantation moléculaire, savoir (¹) :

F...	$-6,3.10^{-6}$	I....	$-44,6.10^{-6}$	PO^4H^2.	$-41,05.10^{-6}$
Cl..	$-20,1.10^{-6}$	SO^4.	$-33,6.10^{-6}$	PO^4...	$-35,05.10^{-6}$
Br..	$-30,6.10^{-6}$	AzO^3	$-14,2.10^{-6}$	CO^3....	$-22,2\ .10^{-6}$

La mesure des coefficients d'aimantation moléculaire des sels alcalins donne alors par simple différence le coefficient atomique du métal correspondant. Nous avons ainsi obtenu les chiffres suivants (au facteur -10^{-6} près) :

	Fluorures.	Chlorures.	Bromures.	Iodures.	Azotates.	Sulfates.	Carbonates.	Moyenne.
Li.....	»	4,2	»	»	»	4,35	4,15	4,2
Na....	8,95	9,45	9,1	9,2	9,4	9,1	9,2	9,2
K.....	18,75	18,35	18,15	18,8	18,7	18,3	18,5	18,5
Rb....	»	27,5	»	»	27,2	27,45	26,65	27,2
Cs.....	»	41,05	»	»	40,6	41,15	41,35	41,0

Si, comme nous l'avons déjà proposé, on représente ces résultats en fonction du poids atomique, mais en prenant pour ordonnées les logarithmes des coefficients d'aimantation, les points figuratifs s'alignent remarquablement, comme il arrive pour les diverses familles naturelles de métalloïdes. Ici encore, les éléments de faible poids atomique qui, au point de vue chimique, se séparent un peu des autres, comme le lithium et le sodium, forment une famille dissidente où le diamagnétisme est beaucoup moins accentué.

Il est intéressant de comparer enfin les métaux alcalins à deux autres éléments monovalents, l'hydrogène et l'argent. La constante atomique de l'argent est -31.10^{-6} en combinaison, celle de l'hydrogène $-2,93.10^{-6}$, valeur qui s'accorde avec le chiffre $-(2,7 \pm 0,27)10^{-6}$ déterminé par M. Kamerlingh Onnes sur l'hydrogène liquide. On voit que leurs points figuratifs sont admis au milieu des alignements précédents, ce qui, en particulier, s'accorde bien avec certaines des propriétés de l'argent.

Sans doute, il resterait encore à montrer que les propriétés naturelles des métaux alcalins se conservent en combinaison, comme il arrive pour l'hydrogène; mais, si l'on pense que nous avons déjà pu généraliser ces relations aux métaux alcalino-terreux, on pourra se considérer en droit d'attendre de l'analyse magnétique des suggestions utiles, non seulement

(¹) Le coefficient d'aimantation de l'eau étant $-0,72.10^{-6}$; les mesures faites à 16°-18°.

dans le calcul *a priori* des propriétés diamagnétiques, mais encore dans les questions touchant la classification naturelle des éléments.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le cadmium.* Note de M. **Manuel Veres**, présentée par M. Armand Gautier.

Le pouvoir cristallogénique du sulfate d'ammonium a été étudié par quelques chimistes. MM. Lepierre et Lachaud ([1]) et M. Klobb ([2]) ont ainsi décrit de nouveaux sels de fer, de nickel, de cobalt, de manganèse, de cuivre, d'uranium, etc.

Sur les conseils de M. Lepierre, j'ai soumis à la même action les sels de cadmium; la technique suivie est semblable à celle des auteurs cités. Voici les résultats :

A. $2CdSO^4.Am^2SO^4$: on ajoute au bisulfate d'ammonium fondu le cinquième de son poids de sulfate de cadmium $3CdSO^4.8H^2O$; on chauffe; après élimination de l'eau, on obtient vers 300° un dépôt dense, jaune à chaud, blanc à froid, formé de cristaux microscopiques très probablement cubiques (hémiédrie tétraédrique). Pour purifier le corps on emploie l'alcool à 85° G.L. qui dissout le bisulfate d'ammonium en excès.

Le produit séché dans l'air sec, sur H^2SO^4, correspond à la formule $2CdSO^4.Am^2SO$.

	Trouvé.	Calculé.
SO^4	52,00	52,55
Cd	40,06	40,87
NH^4	6,50	6,57

Ce sel n'a pas encore été décrit; il est très hygroscopique, aussi les cristaux s'arrondissent-ils rapidement à l'air humide et présentent alors l'aspect de sphérolites. Densité, 3,11 à 22°. Il est intéressant de rappeler que M. Klobb a décrit le sel $2CuSO^4.Am^2SO^4$ et M. Lepierre $2MnSO^4.Am^2SO^4$. Ces sels présentent donc des formules analogues à celle du sel de cadmium décrit, bien que Cu, Cd et Mn, quoique bivalents, n'appartiennent pas à la même famille.

B. Le sel $2CdSO^4.Am^2SO^4$ est très soluble dans l'eau; l'évaporation lente

([1]) *Comptes rendus*, 1892.
([2]) *Comptes rendus*, 1892.

ne donne pas le sel hydraté correspondant, mais, comme dans les expériences de Lepierre, le sel de la série magnésienne $CdSO^4.Am^2SO^4.6H^2O$ en beaux cristaux monocliniques :

	Trouvé.	Calculé.
$2SO^4$	43,10	42,85
Am^2	8,00	8,03
Cd	24,43	25,00
$6H^2O$	24,28	24,11

Ce sel a déjà été obtenu par Von Hauer et Schiff [1] par le mélange des deux sels et par Rose [1] en évaporant la solution de sulfate de cadmium ammoniacal.

C. 1° En cherchant à purifier le sel $2CdSO^4.Am^2SO^4$ par H^2SO^4 concentré et chauffé à 100°, et en éliminant ensuite l'acide par l'acide acétique glacial et ce dernier par l'éther anhydre, j'ai observé que le sel est attaqué par H^2SO^4 qui lui enlève le sulfate d'ammonium combiné et laisse comme résidu le sulfate de cadmium $CdSO^4$ anhydre en beaux cristaux rhombiques identiques à ceux que de Schulten a obtenu en traitant $3CdSO^4 8H^2O$ par H^2SO^4 concentré.

2° En continuant à chauffer le sel $2CdSO^4.Am^2SO^4$ au sein du liquide où il se forme, on expulse complètement le sulfate acide d'ammonium et l'on obtient successivement $CdSO^4$ et CdO.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la chaleur de formation de quelques combinaisons du chlorure cuivrique avec le chlorure d'ammonium.* Note de MM. **A. Bouzat** et **Ed. Chauvenet**, présentée par M. A. Haller.

Le chlorure cuivrique se combine à la plupart des chlorures alcalins avec lesquels il forme notamment des combinaisons anhydres du type $CuCl^2, 2MCl$ et des combinaisons hydratées du type $CuCl^2, 2MCl, 2H^2O$. Celles-ci sont faciles à obtenir; il suffit en général d'évaporer la dissolution qui renferme les deux chlorures dans la proportion indiquée par les formules précédentes. Quant aux combinaisons anhydres, on les prépare en déshydratant les composés hydratés correspondants.

[1] Moissan, *Traité de Chimie minérale*, t. III, p. 1069.

La dessiccation peut être effectuée dans le vide sec à 20°, mais ce procédé a l'inconvénient d'être très long; plusieurs semaines sont nécessaires pour enlever à l'hydrate ses deux molécules d'eau. La dessiccation à l'air, à une température comprise entre 50° et 100°, est plus rapide, mais elle donne des résultats défectueux; le produit est toujours souillé d'oxychlorure et d'une petite quantité de chlorure double cuivreux ou peut-être simplement de chlorure cuivreux. De même le chlorure cuivrique anhydre qu'on obtient en chauffant à l'air $CuCl^2, 2H^2O$ renferme une certaine proportion d'oxychlorure et de chlorure cuivreux.

Pour obtenir rapidement un produit pur ($CuCl^2$ ou combinaison anhydre de $CuCl^2$), on est conduit à décomposer l'hydrate à chaud dans 1^{atm} de gaz chlorhydrique et de chlore; l'expérience nous a montré qu'il suffit de chauffer l'hydrate aux environs de 100° [1] dans un courant de chlore sec.

Ayant préparé de cette manière $CuCl^2, 2NH^4Cl$ pur, nous avons déterminé sa chaleur de dissolution.

	Chaleur de dissolution à 15° dans 10¹ d'eau environ.
$CuCl^2, 2NH^4Cl$	$4^{Cal},7$

D'autre part le mélange de $CuCl^2$ diss. ($1^{mol} = 4^l$) et $2NH^4Cl$ diss. ($2^{mol} = 4^l$) ne produit aucun phénomène thermique appréciable. La chaleur de dissolution de NH^4Cl à 15° est de $3^{Cal},85$; celle de $CuCl^2$ est à 20° de $11^{Cal},2$ (Sabatier) et à 18° de $11^{Cal},1$ (Thomson), nous adopterons 11^{Cal} à 15°. Avec ces données, on calcule facilement que

$$CuCl^2 \text{ sol.} + 2NH^4Cl \text{ sol.} = CuCl^2, 2NH^4Cl \text{ sol.} - 1^{Cal},4 \text{ à } 15°.$$

Nous avons de plus, mesuré la chaleur de dissolution de $CuCl^2, 2NH^4Cl, 2H^2O$ bleu à différentes températures comprises entre 10° et 22°.

	Chaleur de dissolution à la température t dans 10¹ d'eau environ.
$CuCl^2, 2NH^4Cl, 2H^2O$	$-7^{Cal} + 0,105(t - 15)$ [2].

La variation de 0,105 par degré paraît plus grande que toutes celles qui ont été déterminées jusqu'ici.

La chaleur de fusion de 1^{mol} d'eau, rapportée à 15° au moyen des cha-

---

(1) On ne doit guère dépasser la température de 100°, car, même dans le chlore, il y a dissociation de $CuCl^2$ et de ses sels doubles.

(2) Cette formule doit remplacer le nombre qui a été indiqué par l'un de nous (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXIX, p. 377).

leurs spécifiques, étant de $1^{Cal},56$, on calcule aisément que

$$CuCl^2, 2NH^4Cl \text{ sol.} + 2H^2O \text{ sol.} = CuCl^2, 2NH^4Cl, 2H^2O \text{ sol.} + 8^{Cal},6 \text{ à } 15^o$$

si la cristallisation du sel double $CuCl^2, 2NH^4Cl, 2H^2O$ se fait vers 90°, le sel formé a une couleur verte. Les différences entre les nombres que nous avons obtenus pour la chaleur de dissolution du sel bleu et pour celle du sel vert sont de l'ordre des erreurs d'expérience.

Enfin, le sel anhydre $CuCl^2, 2NH^4Cl$ a la même chaleur de dissolution, qu'il soit préparé par déshydratation du sel bleu ou par déshydratation du sel vert.

DYNAMIQUE CHIMIQUE. — *Sur la combustion des mélanges gazeux et les vitesses de réaction.* Note [1] de M. **Taffanel**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

J'ai indiqué dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 27 octobre 1913) comment on pouvait évaluer l'ordre de grandeur des vitesses de réaction des mélanges gazeux combustibles, au voisinage des températures de combustion, en se basant sur les mesures de vitesse de propagation de la flamme en tube cylindrique, au cours de la période de régime qui suit l'inflammation par l'orifice libre.

J'ai cherché à préciser ces premières indications.

Elles montraient, ainsi que d'autres mesures à plus basses températures, que les vitesses devaient varier approximativement comme une fonction exponentielle de la température. C'est donc cette hypothèse que j'ai prise pour base d'une seconde approximation : j'ai admis que le nombre de calories q dégagées par la réaction, dans l'unité de temps, pour la masse occupant l'unité de volume à 0°, pouvait être exprimé par une fonction de la température θ et de la proportion combinée α, ayant la forme suivante :

$$q = Ae^{\frac{\theta}{a}}(1 - \alpha).$$

Toute détermination expérimentale de vitesse de propagation v donne en principe une relation entre les paramètres A, a, la vitesse mesurée v et les données connues de la combustion; si l'on fait deux mesures de v, pour

(1) Transmise dans la séance du 29 décembre 1913.

un même mélange gazeux enflammé à des températures initiales différentes, on obtient deux relations qui définissent A et a. Je me suis donc proposé d'établir ces relations; dans ce qui va suivre, je supposerai négligeables les pertes calorifiques par rayonnement ou par la conductibilité des parois.

Je considère une tranche de gaz en cours d'échauffement et de combustion, qui, pendant le temps dt, passe de la température θ à la température $\theta + d\theta$; la chaleur dégagée par la réaction a pour expression

$$A e^{\frac{\theta}{a}} (1-\alpha)\, dt.$$

La température du gaz est une certaine fonction du temps et de la distance x à l'orifice du tube, qu'on peut mettre sous la forme $\theta = f(x - vt)$, puisque la flamme est supposée se propager avec une vitesse de régime v dans le milieu initial au repos. La tranche considérée se déplace, par suite de la dilatation du gaz à pression sensiblement constante, et dans l'hypothèse où la réaction ne modifie pas le nombre de molécules, avec une vitesse qui est fonction de la température et a pour expression

$$\frac{dx}{dt} = \frac{-v(\theta - \theta_0)}{273 + \theta_0},$$

où θ_0 désigne la température initiale ; telle est la relation qui unit dx et dt pendant l'échauffement de la tranche, égal à

$$d\theta = \frac{\partial f}{\partial x} dx - v \frac{\partial f}{\partial x} dt\,;$$

on en tire

$$d\theta = -\frac{\partial f}{\partial x} v \frac{\theta + 273}{\theta_0 + 273} dt.$$

Or $-\frac{\partial f}{\partial x}$ représente le quotient du flux calorifique par le coefficient de conductibilité $k_\theta = k_0(1 + \beta\theta)$; ce flux est la différence entre les calories absorbées, pendant l'unité de temps, par l'échauffement des tranches situées en avant de la tranche considérée, soit S_θ, et les calories dégagées par la réaction, dans ces mêmes tranches, pendant le même temps, soit $Q\alpha$, Q désignant le nombre de calories dégagées par la réaction complète, S et Q étant rapportés à la masse prise pour unité.

On a

$$-\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{(S_\theta - Q\alpha) v}{k_\theta}.$$

Finalement, la quantité de chaleur dégagée par la réaction, dans la tranche considérée, depuis la température initiale jusqu'à la température θ_2, où la combustion est achevée, est égale, par définition, à Q et a pour expression

$$Q = \int_{\theta_0}^{\theta_2} \frac{A e^{\frac{\theta}{a}} (1-\alpha) k_0 (1+\beta\theta)(\theta_0+273)}{v^2 Q (\theta+273)\left(\frac{S_\theta}{Q}-\alpha\right)} d\theta.$$

On remarquera que, dans la plus grande partie du champ d'intégration, le facteur $e^{\frac{\theta}{a}}$ est extrêmement petit, en sorte que l'intégration ne commence en fait qu'à partir d'une température θ_1 de réaction vive qui est déjà assez élevée. Par suite, dans ce champ d'intégration relativement restreint, le nombre $\frac{(1+\beta\theta)(\theta_0+273)}{\theta+273}$ varie très peu; en lui supposant une valeur moyenne constante, on aura une évaluation très approchée de l'intégrale. De même, le rapport $\frac{1-\alpha}{\frac{S_\theta}{Q}-\alpha}$ est égal à $\frac{Q}{S_\theta}$ à la température où la réaction commence d'une manière sensible; ce rapport est alors légèrement supérieur à l'unité; il diminue et tend vers l'unité quand θ tend vers θ_2, car, vers ce moment, le flux et, par suite, $\frac{\partial f}{\partial x}$ tendent vers zéro; par suite, $\frac{S_\theta}{Q}-1$, proportionnel à $\theta-\theta_2$, est infiniment petit d'ordre n par rapport à dx, tandis que $1-\alpha$, proportionnel au flux, donc à $\frac{\partial f}{\partial x}$, est infiniment petit d'ordre $n-1$ par rapport à dx.

On appellera μ la valeur moyenne arbitrée pour la fonction

$$\frac{(1+\beta\theta)(\theta_0+273)(1-\alpha)}{(\theta+273)\left(\frac{S_\theta}{Q}-\alpha\right)}.$$

On aura alors, en intégrant, la relation cherchée

$$A a e^{\frac{\theta_2}{a}} = \frac{Q^2 v^2}{\mu k_0}.$$

Mesurant les vitesses v et v' pour deux températures initiales θ_0 et θ'_0, et calculant les températures de combustion θ_2 et θ'_2, les chaleurs de combustion Q et Q′ et les nombres μ et μ' correspondants, on aura

$$a = \frac{\theta'_2-\theta_2}{L v'^2 Q'\mu - L v^2 Q \mu'};$$

le produit $2,3\,a$ mesure la variation de température qui décuple la vitesse de réaction; le quotient $\frac{Q^2 v^2}{\mu k_0 a}$ mesure le nombre de calories dégagées

pendant l'unité de temps, à la température de combustion, pour la masse occupant l'unité de volume à 0°.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Sur le rajeunissement de la Pomme de terre.* Note de MM. **A. Sartory**, **J. Gratiot** et **F. Thiébaut**, présentée par M. Guignard.

Depuis plusieurs années la dégénérescence de la Pomme de terre et les maladies qui l'assaillent ont fait l'objet de nombreux articles dans les Revues agricoles et horticoles. La Pomme de terre est une plante vieillie, affaiblie par 400 ans de reproduction asexuée. C'est la même plante qu'on propage depuis plusieurs siècles par le bouturage à l'aide des tubercules.

Comment rajeunir la Pomme de terre?

MM. Heckel et Verne ont essayé de faire « muter », suivant leur expression, des tubercules de Solanées sauvages collectées en Amérique et qu'ils supposaient être les ancêtres de notre Pomme de terre. Par leur méthode, ils prétendent avoir fait disparaître la petitesse et l'âcreté des tubercules de ces espèces, tout en conservant leur vigueur et en les rendant comestibles.

Mais, d'autres observateurs, tels que MM. Griffon, Sutton, Wittmack, etc., et notamment M. P. Berthault, à la suite de nombreuses expériences sur le même sujet, n'ont rien constaté de pareil.

Ce litige montre tout au moins que la mutation n'est pas chose facile à reproduire. D'ailleurs, à en juger par leur dernière Note à l'Académie (22 septembre 1913), MM. Heckel et Verne n'auraient obtenu, en deux ans, avec le *Solanum Maglia*, que trois mutations sur 150 plantes. D'autre part, on peut faire observer que la méthode qui les a fournies présente l'inconvénient d'abandonner les avantages acquis par la culture et la sélection.

En somme, si l'on nous permet cette comparaison, le procédé par lequel on croit avoir obtenu, grâce à des cultures faites en présence du fumier de poulailler, la mutation des *Solanum Commersonii*, *Maglia*, *Jamesii*, etc., ressemble fort à celui qui consisterait à capturer quatre ou cinq petits chevaux sauvages pour en faire en quelques années des chevaux pur sang, chez lesquels on retrouverait toutes les qualités des chevaux sauvages, et cela simplement au moyen d'une nourriture spéciale.

Nous avons pensé que, si la dégénérescence de la Pomme de terre était due à plusieurs siècles de reproduction asexuée, son rajeunissement pourrait sans doute être obtenu au moyen de la reproduction par graine. La difficulté était de trouver des conditions appropriées à cette dernière

méthode. La production de tubercules par le semis, qui n'avait pu être obtenue jadis par De l'Écluse et Parmentier, a été réalisée depuis; mais ces tubercules n'ont aucune valeur alimentaire et disparaissent souvent à la replantation, celle-ci devant être répétée deux ou trois fois pour donner des organes comestibles.

La première question que nous nous étions posée consistait à savoir pourquoi, chez les plantes issues de graines, la formation des tubercules est rare ou peu abondante, et à rechercher le moyen de provoquer le développement de ces organes et même d'obtenir, dès la première année, des tubercules de grosseur suffisante pour l'usage comestible ou tout au moins pour servir de plants l'année suivante. Après de longues observations, nous sommes arrivés à une méthode fondée sur l'influence exercée par un champignon inférieur sur le développement des tubercules [1]. Cette méthode, ainsi que l'hypothèse qui nous a guidés, ont été indiquées dans un pli cacheté déposé à l'Académie. Bien que nos recherches sur l'ensemble de la question ne soient pas encore terminées, nous croyons néanmoins qu'il nous est permis de faire connaître dès aujourd'hui les principaux résultats auxquels nous sommes arrivés dans ces deux dernières années.

Au printemps 1912, des graines en mélange achetées dans le commerce étaient semées et repiquées, selon notre procédé, en bonne terre potagère. Celle-ci avait été fumée, non pas avec du fumier de poule, de mouton, de vache ou de cheval, mais avec du terreau de feuilles, de façon qu'on pût bien juger de l'influence de notre méthode sur la tuberculisation.

Nous avions soixante plantes de semis environ. Bien qu'elles eussent été surprises en pleine végétation, avant maturité complète, en septembre, par une gelée prématurée (-5°), nous trouvions à l'arrachage toutes nos plantes porteuses de tubercules; ceux-ci, en nombre plus ou moins grands à la touffe, généralement de la taille d'une grosse noix, atteignaient dans quelques cas une grosseur suffisante pour pouvoir servir à la consommation (jusqu'à 150^{g}). C'était, nous devons le reconnaître, l'exception. Seuls, les tubercules de bonne forme furent gardés pour être replantés.

En 1913, nous avons donc planté ces derniers tubercules; en outre, pour nous assurer que le bon résultat obtenu en 1912 n'était pas l'effet du hasard, nous avons fait de nouveaux semis avec des graines récoltées par nous.

---

(1) On sait qu'une influence du même genre, sur le développement des tubercules des Orchidées notamment, a été signalée par Noël Bernard.

Les tubercules plantés ont fourni des plantes d'une vigueur exceptionnelle, indemnes de maladie, alors que des pommes de terre ordinaires qui poussaient à côté étaient malades.

Ces tubercules provenant d'un même semis ont reproduit cinq touffes absolument semblables : mêmes feuilles, mêmes fleurs, même vigueur de pousses.

A l'arrachage, les caractères des tubercules, notés pour chaque variété en 1912, s'étaient maintenus au cours de la deuxième année. Toutes les touffes avaient donné des tubercules de très bonnes dimensions. Dans certaines variétés, les tubercules étaient réguliers comme grosseur; dans d'autres, ils étaient inégaux, mais pas un n'était malade. Nous avons noté les caractères de chaque touffe ainsi que leur poids, parfois considérable (jusqu'à $3^{kg},800$ à la touffe).

Un tubercule de semis ayant dix yeux, divisé en dix parties, a produit sur huit touffes (deux ayant été détruites au début de la végétation par les limaces) 144 tubercules pesant en tout $8^{kg},355$.

Quant aux semis refaits en 1913, ils ont donné non seulement des résultats équivalents, mais bien supérieurs à ceux de 1912. Nous possédons toute une collection de tubercules de semis de la grosseur moyenne ordinaire, et certaines graines ont produit une centaine de tubercules et en poids plus de $1^{kg},400$.

De tels résultats expérimentaux nous paraissent suffisamment probants pour nous convaincre des bons effets et de l'exactitude de notre procédé; ils montrent que l'hypothèse qui nous avait guidés était exacte. Il est donc permis de penser que les semis de graines de Pomme de terre seront faciles à faire, grâce à une méthode sûre, et qu'ils permettront de régénérer rapidement la Pomme de terre et aussi d'obtenir, par des croisements et des sélections, des variétés à grand rendement ou de qualités spéciales au point de vue alimentaire ou industriel.

BOTANIQUE. — *Remarques générales sur la place et les caractères de classification des Mimusopées*. Note de M. **Marcel Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les *Mimusopées* ont été jusqu'à présent opposées à l'ensemble des autres Sapotacées (*Palaquiées*) et caractérisées d'une manière générale par la présence à la partie dorsale de chaque lobe pétalaire de deux appendices,

entiers ou divisés, la plupart du temps aussi développés que ces lobes eux-mêmes.

On peut s'étonner à juste titre qu'on ait attribué à ce caractère une telle importance, alors que certains genres de la même famille, tels que les *Bumelia* et les *Dipholis*, sont rangés par tous les botanistes dans la sous-tribu des *Sidéroxylinées*, quoique les pétales y présentent aussi des appendices, mais disposés latéralement.

Peut-on, d'autre part, tirer argument de caractères spéciaux bien tranchés, qui viendraient en quelque sorte souligner la constitution de la corolle, pour classer ainsi à part les *Mimusopées?* Nous n'en avons trouvé aucune et l'étude de l'ensemble des formes de ce groupe nous a, au contraire, mis en présence d'affinités extrêmement étroites avec les *Sidéroxylées* et nous a fait concevoir un parallélisme frappant des genres de ces deux groupes.

Il est donc bien naturel de faire état en première ligne pour les *Mimusopées*, comme pour les autres groupes de la même famille, de la constitution de l'androcée. Or celui-ci est presque constamment formé d'un cycle d'étamines fertiles épipétales et d'un cycle de staminodes foliacés alternes, étamines et staminodes étant portés sensiblement au même niveau par le tube de la corolle; c'est bien là la constitution d'un androcée de *Sidéroxylée*, il n'y a donc aucune raison de séparer les deux groupes.

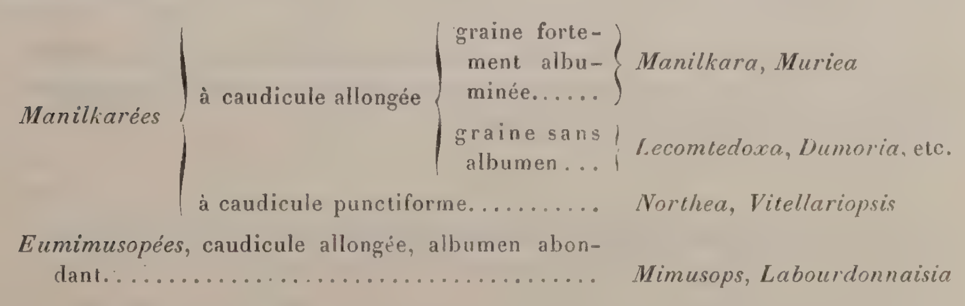
Pour rendre plus rationnelle la classification de la famille, il devient donc nécessaire d'en baser les grandes lignes uniquement sur la composition de l'androcée de la manière suivante :

I. Androcée formé de deux séries d'étamines fertiles.........		*Palaquiinées*
II. Androcée formé d'une série d'étamines fertiles épipétales et d'une série de staminodes alternes *Sidéroxylinées*..	Lobes pétalaires sans appendices dorsaux.......	*Sidéroxylées*
	Lobes pétalaires avec appendices dorsaux.......	*Mimusopées*
III. Androcée formé d'une seule série d'étamines épipétales, sans staminodes......................................		*Chrysophyllinées*

Ceci posé, à quels caractères allons-nous faire appel pour le groupement et la délimitation des genres? Il devient très logique de mettre au premier plan ceux qui nous ont donné satisfaction dans la classification des *Sidéroxylées;* ils sont tirés de la position de l'ovule et de la structure de la graine. Nous rangerons donc d'un côté toutes les formes chez lesquelles le hile et le micropyle sont rapprochés (*anatropie absolue*) et où la cicatrice typique de la graine des Sapotacées est basilaire et de peu d'étendue (type *eumi-*

musopé) et, d'autre part, les formes chez lesquelles le hile et le micropyle sont assez éloignés ou occupent même les pôles opposés de la graine (*hémianatropie* ou *atropie*) et sont réunis par une cicatrice latérale allongée (type *manilkaré*).

Dans ce dernier type, tantôt l'ensemble de la tigelle et de la radicule (*caudicule*) forme un organe fortement saillant en dehors de la commissure des cotylédons, tantôt un simple organe punctiforme; il faut remarquer en outre que, si les embryons à caudicule punctiforme correspondent toujours à des graines exalbuminées, on peut trouver au contraire des *Manilkarées* à caudicule saillante avec ou sans albumen et que ces dernières forment transition vers les types à caudicule courte. Chez les *Eumimusopées*, nous n'avons pas rencontré d'exemple où la graine fût dépourvue d'albumen ou à caudicule punctiforme. De telle sorte que les caractères de l'ovule et de la graine nous permettent déjà de répartir ainsi les différents genres de Mimusopées :



Manilkarées	à caudicule allongée	graine fortement albuminée......	*Manilkara*, *Muriea*
		graine sans albumen...	*Lecomtedoxa*, *Dumoria*, etc.
	à caudicule punctiforme..........		*Northea*, *Vitellariopsis*
Eumimusopées, caudicule allongée, albumen abondant..................................			*Mimusops*, *Labourdonnaisia*

Les caractères les plus importants, après ceux que fournit la graine, sont tirés du type floral, chez la plupart des *Manilkarées*, le type floral est 3, le calice étant formé de deux verticilles trimères et la corolle de 6 pétales en une seule série; chez la plupart des *Eumimusopées*, il est au contraire 4, le calice comprenant deux verticilles tétramères et la corolle 8 pétales en une seule série.

Les autres caractères génériques peuvent être tirés, soit de l'androcée qui, dans quelques cas exceptionnels, peut comprendre deux verticilles fertiles (*Muriea*) ou au contraire se réduire à un seul cycle épipétale (*Northea*); soit du très faible développement des appendices pétalaires (*Northea*); soit de la nervation de la feuille qui, dans le seul genre *Baillonella*, est transversale par rapport aux costules, alors que, chez toutes les autres *Mimusopées*, on observe une ou plusieurs nervures descendantes entre les costules.

Quant aux caractères tirés de la forme et de la subdivision des appendices pétalaires, de la forme et de la grandeur des staminodes, du nombre des carpelles, de l'isomérie de l'ovaire avec les verticilles externes, caractères qui ont souvent été invoqués par les auteurs, ils sont tellement sujets à variation, parfois dans une espèce définie, parfois même et pour certains dans une fleur unique qu'on ne doit en user qu'avec une extrême prudence, même s'il s'agit de définir les espèces.

En résumé : 1° Le groupe de *Mimusopées* ne mérite nullement l'autonomie qu'on lui a conférée jusqu'ici ; il doit être logiquement ramené au rang de sous-tribu à cause de son étroit parallélisme avec les *Sidéroxylées*.

2° Les caractères dominants sur lesquels on doit baser les grandes lignes de leur classification sont fournis par l'ovule et la graine comme chez les *Sidéroxylées*.

3° Des caractères génériques importants peuvent être tirés des variations du type floral, de l'androcée, du degré de développement des appendices pétalaires.

4° Les caractères résultant de la forme des appendices et des staminodes, du nombre des carpelles sont d'une importance très discutable et peuvent tout au plus servir à définir les espèces.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Symbiose et tubérisation chez la Pomme de terre.* Note de M. **J. Magrou**, présentée par M. E. Roux.

Le cycle évolutif de la Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) comporte la succession de deux phases distinctes : une phase juvénile, où la plante développe des tiges feuillées à croissance normale ; une phase adulte, caractérisée par la tubérisation des bourgeons. Noël Bernard avait été conduit depuis longtemps à considérer comme une cause générale de tubérisation la présence, dans certains tissus des plantes, de champignons symbiotiques. L'hypothèse, démontrée expérimentalement dans le cas des Orchidées, et hautement vraisemblable pour beaucoup d'autres plantes à tubercules, s'est trouvée malaisée à vérifier dans le cas de la Pomme de terre. Après une patiente étude, Noël Bernard avait reconnu que la symbiose avec des champignons de mycorhizes faisait défaut chez la Pomme de terre cultivée ; il en avait déduit que la plante avait dû être normalement infestée à une époque antérieure à sa domestication, mais que sa mise en culture et sa transplantation constante dans des terrains nouveaux avaient eu pour effet de la

priver de son commensal habituel (1). Ce n'était donc point chez le *Solanum tuberosum* cultivé, mais bien chez ses ancêtres sauvages, et plus généralement chez les *Solanum* sauvages vivaces qu'il fallait rechercher le champignon endophyte prévu par l'hypothèse.

La découverte de mycorhizes parfaitement caractérisées chez le *Solanum dulcamara* (2) et chez le *Solanum maglia* (3) plante tubérifère sauvage très voisine de *Solanum tuberosum*, a confirmé cette manière de voir. Partant de ces données, je me suis proposé de restituer à la Pomme de terre son ancien commensal, et d'étudier l'influence de ce champignon sur le développement de la plante.

Des graines de *Solanum tuberosum*, appartenant pour la plupart à la variété *Jaune d'or de Norvège*, ont été semées dans un sol prélevé à la campagne, dans une lande inculte, au pied de *Solanum dulcamara* chez lesquels l'existence de mycorhizes avait été préalablement constatée. Dans ce sol argileux pauvre, non additionné d'engrais, le développement s'est fait avec lenteur, et les plantes sont longtemps demeurées naines. L'examen histologique de plusieurs plantules prélevées peu de temps après le déploiement des cotylédons a montré un envahissement des racines par un champignon identique à celui qui infeste normalement la Douce-amère, localisé comme lui dans l'assise moyenne de l'écorce, et revêtant toutes les formes caractéristiques des champignons de mycorhizes.

Les plantes ainsi exposées à la pénétration de l'endophyte ont évolué par la suite selon deux types distincts : chez les unes, la totalité ou une partie des rameaux secondaires nés à la base de la tige principale se sont développés en tiges aériennes feuillées; dans certains cas, quelques-unes de ces ramifications ont aussi donné naissance à de longs stolons souterrains, toujours dépourvus de tubercules. Les autres plantes ont au contraire développé leurs rameaux secondaires en courts stolons renflés en tubercules en arrière du bourgeon terminal. L'examen de coupes en série, pratiquées dans la totalité des racines chez des pieds de l'un et de l'autre type, a montré que chacun des deux modes de végétation correspondait à une réaction

---

(1) Noël Bernard, *L'origine de la Pomme de terre* (*Bull. de la Soc. académique d'Agriculture de Poitiers*, 1909).

(2) Noël Bernard, *Les mycorhizes des Solanum* (*Annales des Sc. nat. : Bot.*, 9e série, 1911, p. 235).

(3) Mme Noël Bernard et Magrou, *Sur les mycorhizes des Pommes de terre sauvages* (*Ibid.*, p. 252).

différente de la plante vis-à-vis du microorganisme envahisseur. Chez les plantes tubérisées, les racines sont largement envahies par le champignon, qui revêt les divers aspects caractéristiques des endophytes : pelotons mycéliens, arbuscules, sporangioles; ces derniers éléments, d'apparition plus tardive, proviennent de la digestion intra-cellulaire des arbuscules, mais dans les cellules même où ils prédominent, les tubes mycéliens principaux restent bien vivants, à structure protoplasmique réticulée nettement visible : dans de pareils cas, une symbiose manifeste s'est établie entre le microorganisme et son hôte. Par contre, chez les plantes dépourvues de tubercules, on trouve bien çà et là dans les racines des plages infestées, mais ces plages sont rares et peu étendues, et toujours formées d'autre part de champignons dégénérés en totalité; les hyphes sont surcolorables, rétractés, vidés de leur contenu protoplasmique; les arbuscules font défaut, les sporangioles manquent ou sont de petite taille. Ces Pommes de terre sans tubercules apparaissent en un mot comme des plantes douées d'une immunité précoce, qui ont détruit le champignon dès sa pénétration, sans lui laisser le temps de développer les organes caractéristiques de la symbiose. Il s'agit là, en d'autres termes, de plantes guéries de l'infection qui leur avait été inoculée.

L'étude histologique des racines, sur laquelle se fondent ces constatations, pratiquée comme il est dit plus haut sur des coupes en série, a porté sur onze plantes, prélevées parmi celles qui survivaient encore plusieurs mois après le semis. Sur ces onze pieds, six étaient tubérisés, les cinq autres dépourvus de tubercules. Les plantes ainsi étudiées se répartissent en plusieurs lots, de la manière suivante :

	Durée de l'expérience.	Nombre total de plantes.	Plantes tubérisées.	Plantes sans tubercules.
1er lot	2 mai-8 octobre 1912	3	2	1
2e lot. { 1re série.	6 mars-22 juillet 1913	3	1	2
2e lot. { 2e série..	6 mars-8 août 1913	2	1	1
3e lot..........	22 mars-4 octobre 1913	3	2	1

Dans les conditions de l'expérience, et toutes choses égales d'ailleurs, la tubérisation de la Pomme de terre s'est donc produite seulement dans les cas où la plante s'est adaptée à la symbiose avec l'endophyte spécifique. Cette constatation n'implique pas que la symbiose soit le seul facteur capable d'entraîner la tubérisation; des conditions artificielles équivalentes, telles que la haute concentration des milieux nutritifs, ou encore l'action indi-

recte de microorganismes autres que l'endophyte, sont sans doute réalisées empiriquement par les agriculteurs qui propagent la Pomme de terre par voie de semis. Les faits exposés ci-dessus indiquent tout au moins que, dans des sols pauvres, comparables aux milieux de culture que les plantes rencontrent communément dans la nature, la symbiose peut exercer une influence décisive sur la formation des tubercules. Ils confirment par là, dans le cas particulier de la Pomme de terre, les vues générales de Noël Bernard sur la symbiose et l'évolution.

BIOLOGIE. — *Étude expérimentale d'un instinct.* Note de M. **Etienne Rabaud**, présentée par M. Y. Delage.

Les relations qui existent entre les influences externes et le comportement des organismes ne sont guère connues que dans la mesure où il s'agit d'attractions et de répulsions simples. J'ai tenté d'examiner ces relations dans le cas un peu plus compliqué d'un animal qui change d'habitat au cours de sa vie larvaire. Comme matériel d'expériences, j'ai choisi une chenille de Microlépidoptère, *Myeloïs cribrella* Hb. qui vit à l'intérieur des capitules de chardons pendant sa période de croissance et passe dans les tiges de la même plante une fois parvenue à l'état de maturité larvaire. La période qui s'écoule entre la fin de la croissance et la nymphose est assez longue pour permettre les manipulations variées.

La question était de rechercher le déterminisme du passage du capitule à la tige.

Le premier temps du comportement réside dans l'abandon du capitule à la fin de la croissance. Des essais multipliés, dont on trouvera le détail dans le Mémoire *in extenso* [1], ont montré que cet abandon résulte d'une véritable influence répulsive exercée par la plante nourricière sur la chenille. Ce phénomène n'est pas spécial à *M. cribrella*; on l'observe assez fréquemment chez d'autres larves d'insectes, et il a parfois pour conséquence l'installation de la larve dans une situation exactement équivalente à celle qu'elle aurait pu occuper sur la plante nourricière elle-même.

Si l'abandon du capitule est bien l'effet de l'influence exercée par la plante nourricière, il s'ensuit nécessairement que la tige dans laquelle va pénétrer la chenille ne constitue pas, pour elle, une nourriture. Et en effet,

---

[1] Dans le *Bulletin scientifique* de la France et de la Belgique.

les tentatives d'élevage avec des fragments de tige ont complètement échoué; les chenilles finissent bien par manger ces fragments, si elles n'ont pas d'autre aliment, mais elles ne grandissent pas et meurent toutes, soit d'inanition, soit envahies par des Entomophtorées. La répulsion est bien spécifique aux tissus nourriciers et elle implique une différence entre l'état générale de la chenille en voie de croissance et celui de la chenille mûre.

Si ce changement d'état entraîne l'abandon du capitule, suffit-il à expliquer la pénétration dans la tige? Il faudrait pour cela que la répulsion d'un côté correspondît à une attraction de l'autre. Or la tige de chardon n'attire certainement pas la chenille : celle-ci pénètre dans une tige quelconque, saule, ronce, liège, etc. Les conditions de sécheresse ou d'humidité de la tige ou du milieu n'exercent pas davantage une influence appréciable.

Seules, les variations de l'éclairement peuvent apporter une modification dans le comportement. Si les chenilles rencontrent une tige au moment où elles atteignent leur maturité, elles pénètrent dans cette tige, quelles que soient les conditions extérieures : le comportement donne alors l'illusion d'un comportement fatal, en dehors des contingences, comme si l'animal était conduit par une force supra-sensible. Mais si, une fois les chenilles mûres, on les tient éloignées de toute tige pendant 5 à 6 jours, elles n'y pénétreront plus désormais que dans des conditions très déterminées : placées à l'obscurité, en présence d'une tige, elles se promèneront dessus ou tisseront une toile à son contact, elles ne pénétreront pas; transportées en pleine lumière, elles ne tarderont pas, au contraire, à perforer les tissus de la tige et à s'y enfoncer. Les quelques jours passés hors des capitules et loin des tiges ont donc suffi pour transformer les chenilles, de telle sorte que la présence d'une tige en milieu obscur ne détermine plus la pénétration; elles ne sont plus adaptées aux conditions anciennes. Le retour à la lumière, en présence d'une tige, paraît alors réaliser, pour ces chenilles, des conditions analogues aux conditions originelles qui ont déterminé la première pénétration.

L'expérience, d'ailleurs, ne réussit que si l'on a soin de prendre des chenilles n'ayant pas encore effectué une première pénétration : celle-ci semble, en effet, faciliter la seconde, en dépit du changement des conditions extérieures. Cependant, trois ou quatre extractions successives d'une tige entraînent, pour les chenilles, une sorte de fatigue et elles ne pénètrent une quatrième ou cinquième fois que sous l'influence de la lumière.

De toutes façons, cette dernière influence ne fait guère doute et son rôle dans la pénétration dans les tiges paraît important. Il convenait toutefois

de mettre cette influence en évidence par un autre procédé. A cet effet, j'ai introduit des chenilles dans des tubes étroits, dont une moitié était revêtue de papier noir, l'autre moitié demeurant transparente. Les tubes étant disposés de telle sorte que le segment noir soit inférieur, je les place à l'obscurité : les chenilles ayant, comme beaucoup d'insectes, une tendance à monter, gagnent la partie transparente et s'y installent, la tête en haut. Si je les transporte alors à la lumière, elles descendent à reculons, plus ou moins vite; quelques-unes remontent deux ou trois fois, puis se retournent, la tête en bas, s'enfoncent dans le segment obscur et y demeurent tant que dure l'exposition à la lumière.

L'influence répulsive de la lumière est ainsi bien établie. Ellle ne suffit cependant pas pour expliquer la pénétration dans les tiges; elle n'en est qu'une condition, et il ne fait point doute que, suivant les organismes, la même influence externe provoque des résultats différents. Et, en effet, une autre chenille, *Homœosoma nimbella*, qui habite aussi les capitules de chardon, s'enfonce, une fois mûre, sous les couches superficielles du sol et y file un cocon. Or, si l'on examine en détail la manière dont l'une et l'autre rongent les capitules, on constate que la *Myeloïs cribrella* pénètre dans le réceptacle à travers les bractées et creuse une galerie hélicoïdale, tandis que *Homœosoma nimbella* pénètre par les fleurons et mange en creusant tout autour d'elle. La première est donc une larve franchement mineuse : elle mine les capitules, puis elle mine les tiges.

Tels sont les faits et les conclusions qui en découlent. Sans insister davantage, ni sur la manière dont s'explique la genèse de la vie mineuse dans ce cas particulier, ni sur le rapprochement avec diverses larves parasites qui changent d'habitat au cours de la vie larvaire, il me suffit de faire ressortir comment, en s'attachant à connaître les liaisons de l'organisme et du milieu, on parvient à comprendre peu à peu les phénomènes qui paraissent le plus inaccessibles à la recherche positive.

EMBRYOGÉNIE. — *La Parthénogenèse rudimentaire chez le Faisan doré* (Phasianus pictus *L.*). Note de M. **Lécaillon**, présentée par M. Henneguy.

Ayant eu l'occasion d'examiner, en 1912 et en 1913, au Jardin zoologique de Toulouse, des œufs non fécondés de Faisan doré, j'ai recherché s'il se produit, dans cette espèce, des phénomènes de parthénogenèse natu-

relle rudimentaire analogues à ceux que j'ai décrits antérieurement chez la Poule.

Les œufs que j'ai étudiés en 1912 provenaient d'une femelle de Faisan qui habitait avec un mâle, mais qui pondait néanmoins tantôt des œufs fécondés, tantôt des œufs non fécondés. Ceux que j'ai observés en 1913 provenaient de la même femelle qui, par suite de la mort du Faisan mâle, vivait seule depuis environ 6 mois.

En ce qui concerne l'aspect extérieur du germe de l'œuf pondu depuis peu de temps, j'ai pu constater que chez le Faisan doré, comme chez la Poule, la cicatricule se subdivise nettement en une région compacte plus ou moins centrale, à contour irrégulièrement arrondi, de couleur blanche, et une région périphérique aréolée. Si l'on compare les dimensions de cette cicatricule avec celles du germe considéré dans l'œuf fécondé nouvellement pondu, on reconnaît facilement qu'elles sont beaucoup plus petites. Ce fait est dû à ce que dans l'œuf fécondé la cicatricule s'étend notablement à la surface du jaune pendant que l'œuf chemine dans l'oviducte, tandis que le germe de l'œuf non fécondé n'augmente pas d'étendue. C'est encore ce qui se produit aussi chez la Poule.

L'étude des coupes pratiquées dans la cicatricule de l'œuf non fécondé de Faisan doré permet de comprendre la nature exacte des transformations qui se produisent dans le germe depuis le moment où l'œuf quitte l'ovaire jusqu'à celui où il est pondu.

Elle montre que la partie compacte de la cicatricule est constituée par de nombreux blastomères (le nombre exact ne peut être facilement reconnu) ayant des dimensions fort variables et disposés en une masse lenticulaire. On trouve jusqu'à 5 ou 6 assises de blastomères dans la partie la plus épaisse de celle-ci, tandis que sur le bord il n'en reste qu'une seule assise.

La région aréolée ou périphérique de la cicatricule est constituée par une masse non segmentée, creusée de très nombreuses vacuoles de forme ovoïde ou sphérique et de dimensions très variables.

L'étude de la structure histologique des blastomères montre que chacun de ceux-ci est constitué par une masse cytoplasmique renfermant un plus ou moins grand nombre de granulations deutoplasmiques et un noyau normalement constitué. Ces blastomères représentent donc bien des cellules de segmentation et non pas des fragments non cellulaires résultant d'une décomposition du germe de l'œuf. Mais ici encore, comme chez la Poule, il est indispensable d'étudier des œufs pondus depuis très peu de temps, si l'on veut constater la présence de noyaux dans les blastomères. Je n'ai pu me procurer d'œufs de Faisan au moment même où ils étaient pondus, de sorte que je n'ai pu étudier les figures de division qui, comme chez la Poule, ne se trouvent plus dans les œufs pondus depuis plusieurs heures.

La dégénérescence des blastomères est caractérisée, comme chez la Poule, par une hypertrophie fréquente des noyaux. Ceux-ci se subdivisent ensuite très souvent, par bourgeonnement, en de nombreux noyaux-filles de taille très inégale.

La vacuolisation de la partie de la cicatricule qui ne se segmente pas se produit aussi suivant le même processus que j'ai fait connaître chez la Poule.

Lorsque leur noyau est disparu complètement par dégénérescence, les blastomères peuvent conserver longtemps encore leur contour très net et leurs granulations deutoplasmiques. La dégénérescence du corps cellulaire est donc ici moins rapide que celle du noyau.

Des faits qui précèdent il résulte que chez le Faisan doré, comme chez la Poule, il se produit, dans l'œuf non fécondé, un rudiment de développement parthénogénésique. Ici encore, l'absence de pénétration d'un spermatozoïde dans l'œuf entraîne une dégénérescence précoce des cellules de segmentation qui prennent naissance pendant que l'œuf traverse l'oviducte. Néanmoins il est permis de conclure que ces faits viennent à l'appui de l'opinion suivant laquelle l'œuf non fécondé a une tendance à évoluer plus ou moins loin dans le sens même où il évolue lorsqu'il a été fécondé.

HISTOLOGIE. — *Sur le chondriome du corps de Malpighi de l'œsophage; signification des filaments de Herxheimer.* Note de MM. **Max Kollmann** et **Louis Papin**, présentée par M. Edmond Perrier.

La découverte du chondriome du corps de Malpighi est de date récente. Regaud et Favre [1] ont considéré comme tel les filaments décrits depuis longtemps par Herxheimer dans l'épiderme et ont en même temps admis que ces filaments sont en continuité avec les fibrilles épidermiques dont ils représentent l'état initial.

Antérieurement d'ailleurs, Schridde [2] avait déjà observé cette continuité dans des préparations fixées par une méthode assez analogue à celle qui sert à Regaud à mettre en évidence les mitochondries. Ce dernier auteur [3] enfin a complété ses premières observations en montrant que le chondriome du corps de Malpighi se présente suivant les cas sous des aspects variables, tantôt sous forme granuleuse, tantôt sous forme de chondriocontes très typiques.

Pourtant, Firket [4], qui a vu dans l'épiderme des oiseaux les fibrilles se former aux

(1) *Comptes rendus*, 28 février 1910.
(2) *Anat. Hefte*, Bd. 85-86, 1905.
(3) *C. R. Soc. Biologie*, t. LXXII, 1912.
(4) *Anat. Anz.*, n°s 20-21, 1911.

dépens des mitochondries, a trouvé dans l'épiderme humain des bâtonnets peu allongés qu'il considère comme des mitochondries, mélangés dans les mêmes cellules à des filaments de Herxheimer; il conclut donc que ces dernières formations ne sont pas de nature chondriomale; Branca [1] enfin est également du même avis.

L'étude du revêtement corné épithélial œsophagien du bœuf et du cobaye nous a permis d'y retrouver un chondriome bien développé et de confirmer les vues de Regaud au sujet des filaments de Herxheimer.

Des fragments de muqueuse œsophagienne de bœuf ont été fixés au bichromate-formol de Regaud et colorés par l'hématoxyline au fer. Après une imprégnation de plus de deux mois, coloration énergique et différenciation très poussée, on constate la présence, dans les cellules de la couche germinative et les deux ou trois assises qui la recouvrent, de filaments contournés en spirale serrée, qui sont évidemment des filaments de Herxheimer. Ils sont très nombreux, et les préparations ne deviennent claires qu'après une différenciation très avancée. Comme Regaud et Schridde, nous les avons vu *parfois* passer d'une cellule à l'autre. Il est donc probable que ces filaments spiralés sont l'origine des ponts intercellulaires.

Nous admettrons qu'ils sont de nature mitochondriale. Les méthodes spécifiques sont les seules qui les mettent bien en évidence. D'autre part, dans certaines conditions, ils prennent une apparence qui rappelle bien davantage la forme classique des mitochondries. Dans certaines pièces, ils sont beaucoup moins enroulés, simplement flexueux; de plus, après une imprégnation moins prolongée et une énergique différenciation, ils se colorent inégalement dans leur longueur. Les cellules semblent alors bourrées de mitochondries en bâtonnets, disposées en files plus ou moins longues. Çà et là, on aperçoit des fragments plus allongés, flexueux, en quelque sorte témoins de la disposition véritable.

Enfin dans les cellules superficielles du corps muqueux, les filaments se fragmentent et se transforment réellement en mitochondries granuleuses qui persistent jusque dans les assises superficielles, très peu kératinisées, d'ailleurs, chez le bœuf.

L'épithélium œsophagien du cobaye ne renferme jamais, d'après nos observations, que des mitochondries granuleuses ou en bâtonnet. Jamais nous n'avons vu de filaments de Herxheimer (méthodes de Regaud et de Benda). Vers la périphérie, ces mitochondries se raréfient progressivement et disparaissent en même temps que la cellule se kératinise. Il n'existe

(1) *Journ. Anat. et Physiol.*, n° 6, 1911.

pas ici de ponts intercellulaires, mais seulement des rangées de granules qui séparent les cellules adjacentes. Ces granules se colorent comme les mitochondries.

En résumé, les cellules du corps muqueux de l'œsophage (bœuf, cobaye) renferment un chondriome bien développé qui, suivant les espèces, peut présenter des apparences variables, réalisées dans certains cas dans la peau humaine (Regaud); enfin les filaments de Herxheimer font partie du chondriome.

HISTOLOGIE. — *La glande endocrine de l'intestin chez l'homme.* Note de M. **P. Masson**, présentée par M. E. Roux.

Les cellules de l'épithélium intestinal ont fait l'objet de nombreux travaux. Outre les cellules à plateau, les cellules à mucus et les cellules de Paneth, divers auteurs ont décrit des éléments glandulaires à cytoplasme granuleux.

Kultschitzky le premier (1897) mentionna ces cellules dans la muqueuse intestinale du chien. Schmidt les retrouva chez l'homme (1905), Ciaccio les étudia chez le cobaye et le chien (1906, 1907).

On leur attribue un rôle dans la digestion et l'absorption. Ciaccio, en raison de leur coloration jaune par le bichromate de potasse, les considère comme adrénalinogènes et les nomme *entérochromaffines*.

Examinant deux tumeurs siégeant à la pointe de l'appendice et opérées par M. le professeur agrégé Gosset, nous avons été frappé par ce fait que ces néoplasmes, à localisation sous-muqueuse, offraient, malgré leur allure infiltrante, une structure analogue à celle des glandes vasculaires sanguines.

Leurs cellules étaient groupées en travées plus ou moins épaisses, limitées par un étui conjonctivo-vasculaire. Leur cytoplasme était bourré de granulations très fines et de vacuoles régulières. Les plus voisines du stroma s'allongeaient perpendiculairement à lui, leur noyau émigrait vers la profondeur et des grains de sécrétion s'accumulaient dans leur région basale.

Cette orientation endocrine, très caractérisée, nous incita à chercher dans l'intestin la glande à sécrétion interne, point de départ de nos tumeurs.

Nous pensâmes de suite aux cellules entérochromaffines; leurs grains

occupent une situation basale et ont des dimensions analogues à ceux de nos cellules tumorales.

Malheureusement, après la fixation au formol picrique de Bouin, la chromaffinité disparaît; ceci est aussi vrai pour la médullaire surrénale que pour les cellules granuleuses de l'intestin. Les cellules de nos tumeurs restèrent incolores.

Nous traitâmes alors nos coupes par l'imprégnation argentique telle que nous l'avons appliquée aux granulations pigmentaires : bain d'argent ammoniacal (formule de Fontana) pendant 48 heures, suivi du virage.

Les granulations de nos tumeurs noircirent et nous eûmes la satisfaction de voir se dessiner en noir intense une foule de cellules incluses dans des muqueuses intestinales normales prises comme témoins. Grâce à cette réaction, qui réunissait nos tumeurs à un groupe cellulaire normal de l'intestin, nous avons pu faire de celui-ci une étude d'ensemble dont voici les résultats :

Les cellules *argentaffines* de l'intestin humain correspondent aux cellules entérochromaffines de Ciaccio. Si nous rejetons cette dernière dénomination, c'est parce qu'elle prête à confusion. La chromaffinité est la réaction microchimique de l'adrénaline. Or cette substance, caractéristique des paraganglions, n'a aucune affinité pour l'argent dans les conditions de nos expériences. Les grains de nos cellules intestinales, au contraire, fixent ce métal comme les pigments. Il y a donc lieu d'attribuer à ces cellules une signification particulière que des études en cours nous permettront peut-être d'élucider.

Les cellules argentaffines sont toujours situées *dans le plan épithélial de l'intestin*. On les trouve dans toute l'étendue de la muqueuse intestinale. Elles sont nettement plus abondantes dans les glandes de Lieberkühn, où on les voit même entre les cellules de Paneth, que dans les villosités. Toujours elles sont éparpillées entre les cellules ordinaires. Exceptionnellement, on en rencontre deux au contact l'une de l'autre.

Leur forme est variable. Les unes sont prismatiques et s'étendent de la lumière intestinale à la basale. Leur membrane superficielle est étroite et pourvue d'un plateau strié rudimentaire ou, plus rarement, creusée d'un calice muqueux mal dessiné. Leur noyau occupe une situation moyenne. Entre lui et la basale et là seulement s'accumulent les grains argentaffines. Ces cellules sont bipolaires, orientées à la fois vers le conjonctif et vers la lumière intestinale.

Les autres ont perdu tout rapport avec la surface. Moins hautes que les éléments voisins, elles sont enfouies dans la profondeur de l'épithélium, au contact de la basale. Leur noyau est aussi voisin que possible de la région superficielle. Entre lui et la membrane profonde, on voit un amas de grains argentés centrés par un espace clair où gît le centrosome.

Ainsi se trouve définie la polarité purement endocrine de la cellule.

Notre cellule argentaffine naît d'une cellule cylindrique d'aspect banal située le plus souvent au voisinage de la zone fertile de la glande. Si elle conserve des rapports avec la surface, on ne la distingue des autres que par l'étroitesse de sa région apicale et les grains caractéristiques de sa base.

La cellule profonde naît par clivage transversal ou oblique d'une cellule cylindrique, jamais d'une karyokinèse. Le noyau de la cellule se fissure et se coupe en deux, puis la cloison séparatrice partage l'élément perpendiculairement à son axe. Des deux cellules filles, l'une reste superficielle, l'autre profonde. La première conserve ses caractères de cellule intestinale à plateau ou caliciforme, la seconde accapare les grains déjà formés ou en forme d'autres et s'oriente exclusivement vers le conjonctif.

Les cellules argentaffines glissent vers la pointe des villosités, comme les autres. Elles se raréfient peu à peu dans ce cheminement comme si elles étaient utilisées. On voit leurs grains s'écarter, leur cytoplasme se creuser de vacuoles peu nombreuses, mais assez grosses. Nous n'avons pu constater les phases ultimes de leur disparition qui paraît précédée d'une disparition complète de leurs grains.

Par leur ensemble, ces cellules constituent une glande diffuse répartie dans tous les points où l'on rencontre de l'épithélium intestinal. Nous les avons retrouvées même dans les îlots intestinaux de l'estomac.

L'origine endodermique de cette glande, le renversement de polarité qui la caractérise, en font une formation homologue des îlots pancréatiques de Langerhans.

Son rôle physiologique est inconnu. En pathologie, on doit lui rattacher certains néoplasmes très particuliers de l'intestin et surtout de l'appendice qu'on qualifiait de carcinomes atypiques à petites cellules ou qu'on rattachait à des îlots pancréatiques aberrants, faute de connaître leur souche originelle.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le sucre du plasma sanguin.* Note [1] de M. H. **Bierry** et M[lle] **Lucie Fandard**, présentée par M. Dastre.

Nous avons précédemment montré que, chez divers animaux, *le niveau glycémique varie dans le même sens que le niveau thermométrique.* On trouve

---

[1] Présentée dans la séance du 29 décembre 1913.

par exemple de $1^g,80$ à $2^g,40$ pour 1000 de sucre libre dans le sang artériel des Oiseaux, qui ont une température centrale élevée ($42°$-$42°,2$); de 1^g à $1^g,60$ chez le Chien, dont la température centrale est inférieure ($39°,2$); et de $0^g,80$ à 1^g seulement chez le Cheval, dont la température est encore plus basse ($37°,7$).

Nous avons également montré que la comparaison entre le *sucre libre* et le *sucre engagé en combinaison* existant dans le sang de ces divers animaux présentait un intérêt physiologique : le sucre combiné est, en effet, inférieur en quantité au sucre libre, chez le Poulet; il atteint une teneur voisine de celle du sucre libre chez le Chien; enfin, dans le sang du Cheval, sa teneur est plus élevée que celle du sucre libre ([1]).

Comme le plasma sanguin renferme, d'après nos recherches, la plus grande partie du sucre libre et du sucre engagé en combinaison, comme il est le véritable « *milieu intérieur* » dans lequel vivent tous nos organes, nous avons été amenés à doser les matières sucrées, non plus dans le sang total, mais dans le plasma artériel et dans le plasma veineux.

Les prises de sang ont été faites à la carotide et à la jugulaire externe chez le Chien et le Cheval. L'écoulement était réglé de telle sorte qu'on recueillait dans le même temps une quantité égale de sang artériel et de sang veineux. Chez le Chien, quelques prises furent faites simultanément à l'artère et à la veine fémorale du même membre. Pour les Oiseaux (Poulets), l'artère carotide était mise à nu, et le sang recueilli était mélangé lentement avec du fluorure de sodium en poudre, pour empêcher la coagulation et la glycolyse (3^g de NaF pour 1000^{cm^3} de sang). Immédiatement après la prise, le sang était centrifugé, puis le plasma était décanté à l'aide d'un siphon.

Dosage des matières sucrées du plasma. — On utilise 25^{cm^3} ou 50^{cm^3} de plasma pour doser le sucre libre; un même volume de plasma, additionné de SO^4H^2 ou de HCl, puis porté à l'autoclave à 120°, est utilisé pour le dosage du sucre total (les temps de chauffe et les doses d'acides varient avec les plasmas des divers animaux; on trouve exactement la même quantité de sucre total en employant pour l'hydrolyse SO^4H^2 ou HCl). La différence entre les deux quantités trouvées donne le poids du sucre réducteur qui provient des combinaisons hydrocarbonées. La précipitation des protéiques a été obtenue par la technique Bierry-Portier; le dosage du sucre a été effectué par la méthode Gab. Bertrand.

([1]) Chez le Poulet, le taux du sucre combiné sanguin reste en valeur absolue supérieur au taux du sucre combiné trouvé chez le Chien. Des recherches de l'un de nous (L. Fandard), il ressort que le sucre combiné peut atteindre dans le sang de divers animaux : Batraciens, Poissons, Mollusques, une teneur beaucoup plus élevée, en valeur absolue, que chez l'Oiseau.

Teneur en sucre libre et en sucre combiné. — Voici les résultats de quelques-unes de nos expériences :

	Plasma artériel pour 1000^{cm^3}.		Plasma veineux pour 1000^{cm^3}	
	Sucre libre.	Sucre combiné.	Sucre libre.	Sucre combiné.
Cheval I [1]	0,82 g	1,80 g	0,67 g	1,88 g
» IV	0,96	1,46	0,90	1,55
» V	0,82	1,57	0,75	1,70
Poulets (expérience II)	2,05	1,73	–	–
» (» IV)	2,56	1,63	–	–
Chien I	1,45	1,18	–	–
» II	1,33	1,30	–	–
» VI	1,85	1,05	1,55	1,08
» VII	2,06	0,95	1,85	1,15

Tous ces animaux, sauf les deux derniers, ont été saignés sans anesthésie. Les Chiens VI et VII ont dû être anesthésiés, ce qui a déterminé de l'hyperglycémie. Le plasma veineux est plus riche en sucre combiné que le plasma artériel correspondant.

Nature du sucre réducteur obtenu par hydrolyse du sérum. — Nous avons constaté que dans le sang total, dans le plasma, dans le sérum, on rencontre des substances génératrices d'un sucre réducteur, dont la présence ne peut être manifestée qu'après rupture de la liaison qui dissimule sa fonction aldéhydique. Afin de déterminer la nature de ce sucre, des échantillons de sang de Chien, de Cheval et d'Oiseau ont été recueillis aseptiquement et soumis à la glycolyse (dans ces conditions, comme nous l'avons montré, le sucre libre disparaît, mais les diverses combinaisons sucrées restent inattaquées). Après glycolyse, le sérum est séparé et soumis à l'hydrolyse sulfurique à l'autoclave à 120°. Dans la liqueur sérique refroidie, on élimine SO^4H^2 par la baryte, on filtre et, dans le filtrat, on précipite les protéiques par le nitrate ou l'acétate mercurique. Les liquides limpides sont ensuite concentrés dans le vide après élimination du mercure, puis étudiés au point de vue optique [2] et réducteur, et enfin soumis à l'action de la phénylhydrazine. Des épuisements à l'alcool absolu ont été faits de façon à obtenir la matière sucrée en liqueur alcoolique dans laquelle on effectuait des précipitations fractionnées par l'éther. L'épreuve de la fermentation alcoolique a été faite également. De ces divers essais, nous

---

[1] Nous remercions M. Delmer, de l'École vétérinaire d'Alfort, qui a bien voulu nous procurer le sang de cheval.

[2] Il se forme pendant la glycolyse des substances lévogyres sur lesquelles nous reviendrons.

pouvons conclure que le sucre réducteur prenant ainsi naissance est le *d*-glucose. Il est possible qu'on puisse aussi trouver un peu de glucosamine; toutefois les dosages effectués dans nos liqueurs par la méthode de van Slyke montrent que la proportion de cette amino-hexose ne peut être supérieure au dixième du sucre réducteur.

SPECTROCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Détermination photographique des spectres de fluorescence des pigments chlorophylliens.* Note [1] de M. **Ch. Dhéré**, présentée par M. A. Dastre.

Il ne sera question ici que des pigments *naturels :* CHLOROPHYLLES α ET β, CAROTINE ET XANTHOPHYLLES (de *Taxus baccata*), examinés en solution dans l'éther éthylique anhydre.

La fluorescence était provoquée par la lumière d'une puissante lampe à arc dont les rayons de longueurs d'onde supérieures à $\lambda 470^{\mu\mu}$ étaient absorbés par des filtres appropriés. La lumière émise par fluorescence était recueillie dans une direction perpendiculaire à celle du faisceau excitateur. Les photographies spectrales ont été obtenues au moyen d'un spectrographe de grande luminosité, à deux prismes en flint, dont la fente était réglée, d'une façon invariable, à la largeur de $0^{mm},08$ [2].

Les divers spectres d'absorption et de fluorescence que montre la figure 1 ont tous été fournis par une même solution de *chlorophylle* α plus ou moins diluée. Les spectres 3, 4 et 5 correspondent à des temps de pose progressivement croissants. Il en est de même des spectres 8, 9 et 10. Mais, pour la première série, la solution, extrêmement étendue, était presque incolore, tandis que, pour la seconde série, elle était nettement colorée en bleu. En comparant les positions des bandes de fluorescence à celles des bandes d'absorption (qui sont obtenues, d'ailleurs, avec d'autres dilutions), on constate que, tant qu'il s'agit de bandes peu larges (les radiations bordantes présentant, par exemple, une différence de λ de $15^{\mu\mu}$ à $25^{\mu\mu}$) les axes des deux genres de bandes coïncident sensiblement, l'axe de la bande de fluorescence

(1) Présentée dans la séance du 29 décembre 1913.

(2) Nous décrirons ailleurs en détail le dispositif utilisé. Pour indiquer combien il était avantageux, qu'il nous suffise de dire que, toutes les conditions restant les mêmes, nous obtenions une bonne photographie du spectre de fluorescence de la chlorophylle α (en solution de concentration particulièrement favorable) *en posant* 5 *secondes seulement.*

étant à peine décalé vers l'infra-rouge par rapport à l'axe de la bande d'absorption correspondante. Ainsi l'axe de la bande d'absorption étant $\lambda 661^{\mu\mu},0$, l'axe de la bande de fluorescence se trouve être $\lambda 662^{\mu\mu},0$ ou $\lambda 662^{\mu\mu},5$. Quand la bande de fluorescence augmente de largeur, son axe se déplace vers l'infra-rouge. Ainsi les radiations extrêmes du spectre 10 (*fig.* 1) sont $\lambda 686^{\mu\mu}$ et $\lambda 642^{\mu\mu}$; l'axe est donc $\lambda 664^{\mu\mu}$. La série des spectres

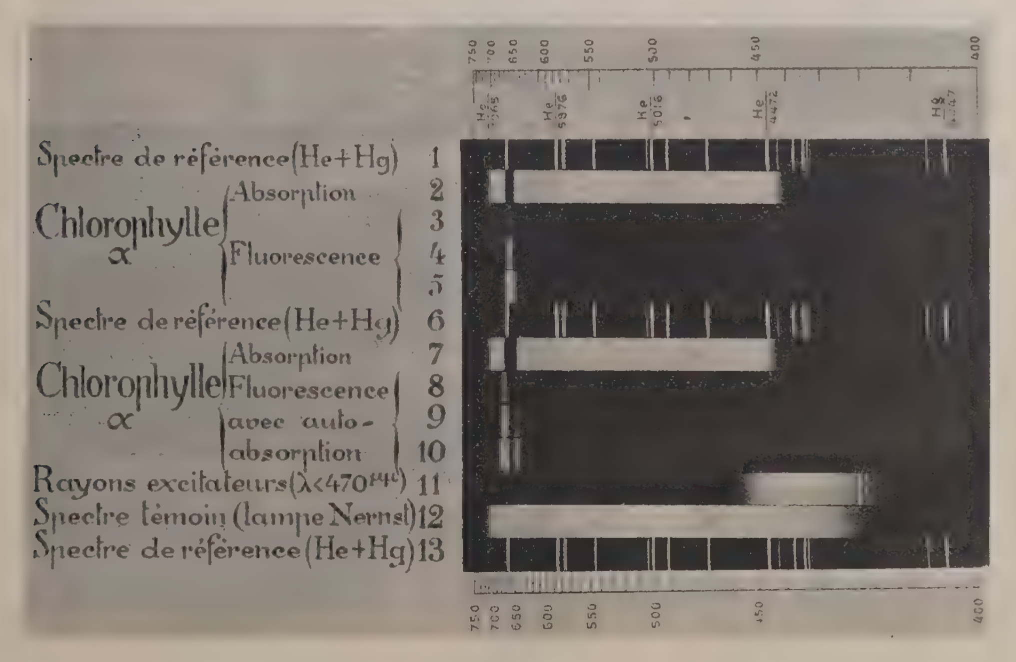


Fig. 1.

8, 9 et 10 où l'absorption se produit au sein même de la liqueur dont la fluorescence est excitée (auto-absorption) permet de bien se rendre compte de l'écart des axes et surtout de l'écart des maxima de fluorescence et d'absorption. L'aspect de ces spectres tient à ce que le maximum de la bande de fluorescence tombe sur le bord le moins réfrangible de la bande d'absorption. Aussi en résulte-t-il un très léger déplacement apparent vers l'ultraviolet de l'axe de la bande d'absorption.

En opérant avec une liqueur suffisamment diluée, on observe que la *chlorophylle* β, comme la chlorophylle α, ne présente qu'une seule bande de fluorescence, mais plus décalée vers l'infra-rouge par rapport à la bande d'absorption correspondante. Ainsi, pour des bandes de largeur moyenne,

l'axe de la bande d'absorption étant $\lambda 642^{\mu\mu},5$, l'axe de la bande de fluorescence se trouve être $\lambda 648^{\mu\mu},0$. La figure 2 montre divers spectres d'absorption et de fluorescence d'une même solution de chlorophylles α et β mélangées, la proportion de chlorophylle β étant notablement supérieure à celle que contient la chlorophylle brute. On voit que les deux

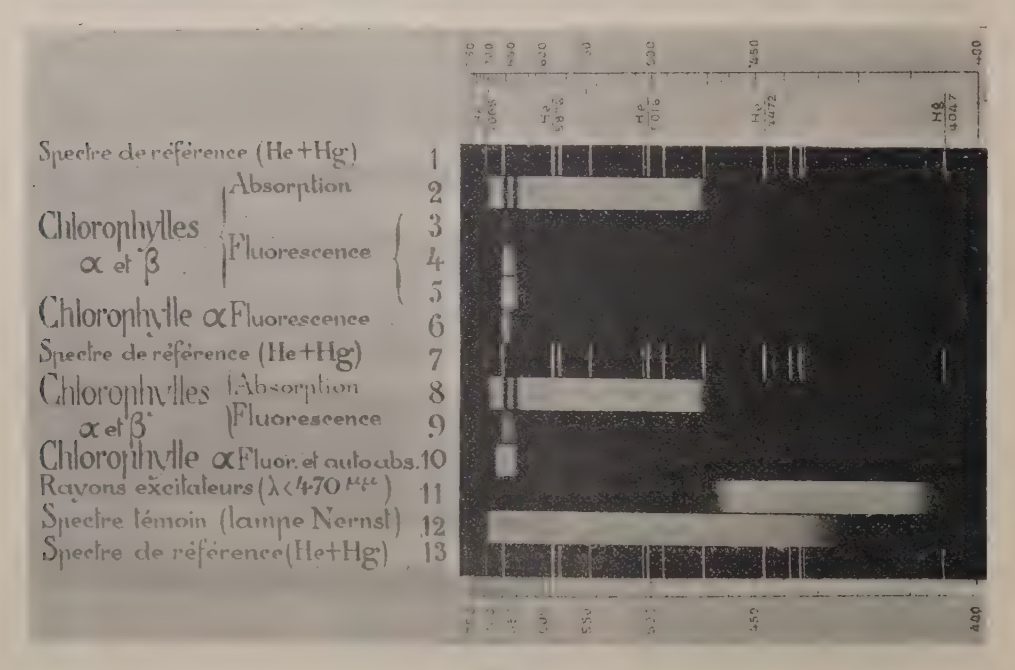


Fig. 2.

bandes de fluorescence sont toujours très rapprochées, beaucoup plus rapprochées que les bandes d'absorption correspondantes. Sur les spectres 4 et 9 (*fig.* 2), il existe une fine bande sombre, mal venue sur la reproduction, à peu près médiane, dont l'axe est λ 657$^{\mu\mu}$ environ.

Il nous faut enfin considérer la bande de fluorescence verte, signalée en 1852 par Stokes. Cette bande n'est pas visible avec les chlorophylles bien purifiées; dans l'extrait chlorophyllien brut, elle est due (au moins en grande partie) à la présence de *carotine*. Nous avons en effet reconnu que les solutions de carotine dans l'éther éthylique (ou, mieux, dans l'éther de pétrole) offrent une légère fluorescence verte, la bande de fluorescence photographiée étant surtout distincte de λ 500$^{\mu\mu}$ à λ 560$^{\mu\mu}$, mais se prolon-

geant, en s'affaiblissant, jusque dans le jaune. Quant aux *xanthophylles*, elles ne présentent aucune fluorescence visible ([1]).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Zinc et* Aspergillus. *Les expériences de M. Coupin et de M. Javillier*. Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une Note publiée il y a quelques années ([2]) M. Coupin, répétant les expériences de Raulin dans des milieux stérilisés, conclut que le zinc est *inutile* pour la nutrition de l'*Aspergillus*, les milieux zinciques ou non donnant mêmes poids normaux de récolte; bien plus, ce métal serait nuisible aux doses où Raulin l'employait ($\frac{1}{100000}$ environ) soit en retardant le développement de la plante, soit en la tuant quand elle est mal nourrie. M. Coupin explique les résultats de Raulin par l'action antiseptique que le zinc aurait exercé dans les cultures non stérilisées, en empêchant la concurrence vitale d'organismes étrangers et en facilitant ainsi par compensation la culture de l'*Aspergillus*.

M. Javillier ([3]), étudiant l'influence du zinc, explique les résultats de M. Coupin en admettant que cet auteur aurait opéré, à son insu, en présence de traces de zinc.

Dans une série de Notes que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie ([4]), après avoir montré que le zinc peut être *remplacé* par d'autres éléments, j'ai montré l'*inutilité* du zinc :

Toutes choses égales d'ailleurs, en l'absence du zinc, le poids des cultures atteint le maximum après un certain temps si le liquide a une assez grande hauteur par rapport au volume, alors que sous faible épaisseur le maximum n'est jamais atteint. Pour que la plante atteigne l'apogée il faut, d'après mes expériences, que le rapport entre le volume et la surface libre soit égal ou supérieur à 2; si le rapport est plus petit, le milieu s'épuise sans que la récolte atteigne le maximum.

([1]) La plupart des résultats consignés dans la présente Note avaient été obtenus, dès le mois de juillet 1912, par l'auteur avec la collaboration de W. de Rogowski. Mais il s'agissait alors simplement d'observations spectroscopiques et non de déterminations spectrographiques.

([2]) *Comptes rendus*, 9 février 1903.

([3]) *Comptes rendus*, 1907 et *Thèse*, Paris, 1908.

([4]) *Comptes rendus*, 1913.

J'ai été ainsi conduit à m'occuper des expériences de M. Coupin et de celles que M. Javillier leur oppose.

Les conditions des expériences de M. Coupin et de M. Javillier sont différentes entre elles et différentes des conditions où se plaçait Raulin.

Raulin opérait dans des cuvettes à grande surface et sous très faible épaisseur. M. Coupin cultive, au contraire, l'*Aspergillus* sous une grande épaisseur; 300^{cm^3} de liquide dans des ballons de 1 litre, ce qui, d'après mes mesures, correspond à 35^{mm} ou 40^{mm} de hauteur de liquide et au rapport moyen $\frac{V}{S} = \frac{300}{75} = 4$.

M. Javillier, en répétant les expériences de M. Coupin, se plaçait dans des conditions différentes: ses liquides occupent une faible épaisseur; il emploie, pour 250^{cm^3} de liquide, des matras de 2 litres ou plutôt, dit-il, des fioles d'Erlenmeyer de $1^l,5$; j'ai vérifié que cela correspond à 18^{mm} de hauteur de liquide et à un rapport $\frac{V}{S} = 1,5$ environ.

On voit donc que, dans les expériences de M. Coupin, en l'absence de zinc, le rapport étant 4, ce savant *pouvait*, après un certain temps, obtenir le maximum de poids, tandis que M. Javillier, également en l'absence du zinc, *ne pouvait atteindre* ce maximum, le rapport 1,5 étant incompatible [1] avec ce maximum, et cela quel que fût le temps de la culture.

La question semble donc résolue *a priori*, mais M. Coupin n'ayant pas indiqué, que je sache, le nombre de jours pendant lesquels il faisait les cultures, il était indispensable de répéter ses essais. J'ai donc refait les expériences de MM. Coupin et Javillier, avec des produits spécialement purifiés, bien privés de zinc, et en me plaçant autant que possible dans les conditions de chacun des deux auteurs.

Expériences de M. Coupin: ballons de 1 litre, fond plat; 300^{cm^3} de liquide. Rapport $\frac{V}{S} = 4$ environ.

Expériences de M. Javillier: Erlenmeyer de $1^l,5$; 250^{cm^3} de liquide. Rapport environ 1,5. Température 34°.

Quatre séries: A, liquide Raulin sans zinc; B, liquide avec $\frac{1}{100\,000}$ de zinc (comme Raulin); C et D, liquides avec $\frac{1}{1\,000\,000}$ et $\frac{1}{10\,000\,000}$ de zinc (comme M. Javillier). Plusieurs essais par série. Ensemencements et réensemencements tous les 2, 3, 4 ou 5 jours, jusqu'à épuisement du milieu avec des spores de même origine et âge. Le Tableau suivant résume les *moyennes* de ces essais [2].

---

(1) *Comptes rendus*, 10 novembre 1913.

(2) On trouvera le détail des essais dans le *Bulletin de la Société chimique de France*.

Séries.	Série Coupin (300cm³). Nombre d'essais	Récoltes par essai.	Temps total.	Poids moyen des récoltes obtenu.	Poids moyen des récoltes par litre.	Série Javillier (250cm³). Récoltes par essai.	Temps total.	Poids moyen des récoltes obtenu.	Poids moyen des récoltes par litre.
			jours	g	g		jours	g	g
A (sans zinc)........	3	4	19	4,75	15,83	3	11 à 15	2,30	9,20
B ($\frac{1}{100\,000}$ zinc)......	3	4	19	4,73	15,80	3	11 à 13	3,72	14,88
C ($\frac{1}{1\,000\,000}$ zinc)....	3	4	19	4,82	16,06	3	11 à 13	3,82	15,30
D ($\frac{1}{10\,000\,000}$ zinc)...	3	4	19	4,75	15,83	3	11 à 13	3,78	15,12

La lecture de ce Tableau montre que, dans les conditions où M. Coupin se plaçait, on vérifie les résultats de cet auteur, c'est-à-dire l'inutilité du zinc; on obtient, en effet, le poids maximum, après 4 récoltes successives, en l'absence ou en présence de zinc. Le détail des essais montre qu'en comparant les milieux avec zinc et sans zinc, les premières récoltes sur zinc pèsent plus que les premières récoltes sans zinc. Le zinc, ce que nous savons déjà, accélère le développement; cette influence est surtout sensible aux doses de $\frac{1}{100\,000}$ et de $\frac{1}{1\,000\,000}$; puis l'équilibre s'établit et le poids total des récoltes est le même. Dans les conditions de M. Javillier, je vérifie une fois de plus que le maximum ne peut être atteint en l'absence du zinc, sans qu'il y ait autolyse dans l'intervalle, parce que la surface est trop grande par rapport à la hauteur. Ce maximum est au contraire atteint, bien que plus faible, en présence du zinc.

Conclusions. — I. M. Coupin a raison quand il dit que le zinc n'est d'aucune *utilité* pour la nutrition de l'*Aspergillus*, puisqu'il obtient le poids maximum et normal des cultures en présence ou en l'absence de ce métal. Malheureusement ce savant ne précisa pas suffisamment les conditions de ses essais. Pour cet auteur, le zinc « retarde le développement de la mucédinée ». Je n'ai pas observé ce fait : au contraire, aux doses de $\frac{1}{100\,000}$ et de $\frac{1}{10\,000\,000}$, le zinc accélère au début la végétation de l'*Aspergillus* qui, en sa présence, effectue plus vite son cycle évolutif total. Mais les résultats de M. Coupin peuvent être fonction de la race avec laquelle il travaillait et qui pouvait être plus sensible à l'élément toxique qu'est le zinc.

II. L'hypothèse de M. Javillier, selon laquelle M. Coupin introduisait, à son insu, du zinc dans ses liquides, est absolument inutile pour expliquer les résultats de M. Coupin. Dans les conditions où M. Javillier se plaçait, ce savant ne pouvait obtenir, en l'absence du zinc, et quelle que fût la durée des essais, le poids maximum que M. Coupin obtenait.

Tous ces faits sont simplement sous la dépendance de conditions d'aéro-

biose sur lesquelles j'ai appelé l'attention dans mes recherches sur l'inutilité du zinc comme élément *physiologique* dans la nutrition de l'*Aspergillus.*

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du titre alcoolique sur la synthèse biochimique de l'éthylglucoside α et du propylglucoside α.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **A. Aubry**, présentée par M. E. Jungfleisch.

L'étude, en milieux alcooliques, des propriétés hydrolysante et synthétisante de la glucosidase α (ferment contenu dans la levure de bière basse, desséchée à l'air) a fait découvrir la sensibilité particulière de ce ferment à l'action destructive des alcools. On a trouvé que, dans l'alcool méthylique, par exemple, si l'émulsine (glucosidase β) exerce encore ses propriétés lorsque le titre alcoolique atteint 95 pour 100 en poids ([1]), la glucosidase α est, pour ainsi dire, inactive dès que le titre dépasse 28 à 32 pour 100 en poids, commençant déjà à s'affaiblir dès qu'il est supérieur à 16 à 20 pour 100 environ ([2]).

On a été ainsi amené à réaliser la synthèse biochimique des glucosides α des alcools méthylique, éthylique, propylique et allylique en opérant dans des liquides renfermant respectivement, pour 100^{cm^3}, environ 16^g, 24^g, 12^g et 13^g de ces alcools ([3]). Mais ces proportions n'étaient qu'approximativement les proportions les plus favorables à la réaction, les recherches que nous venons de rappeler n'ayant été faites que dans des alcools différents entre eux de 5 à 10 pour 100 en volume.

La question valait la peine d'être étudiée avec plus de précision. L'un de nous l'a déjà reprise, pour l'alcool méthylique, en opérant sur des liquides alcooliques différant entre eux de 2^g d'alcool pour 100^{cm^3} seulement ([4]) et les recherches qui suivent, relatives aux alcools éthylique et propylique, ont été effectués de la même façon.

([1]) Em. Bourquelot et Em. Verdon, *La réversibilité des actions fermentaires : émulsine et méthylglucoside β* (*Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 957).

([2]) Em. Bourquelot, H. Hérissey et M. Bridel, *Sur la destruction de la glucosidase α en milieu alcoolique* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. VII, 1913, p. 233).

([3]) Em. Bourquelot, H. Hérissey et M. Bridel (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. VII, 1913, p. 145 et 525).

([4]) A. Aubry, *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. IX, 1914, p. 19.

Alcool éthylique. — On a préparé une série de liquides renfermant chacun, pour 100cm³ : 1g de glucose *d*, la quantité de macéré aqueux de levure basse, desséchée à l'air (glucosidase α) correspondant à 1g de ce produit et des proportions d'alcool éthylique croissant de 2g en 2g à partir de 0g jusqu'à 40g.

Les six premiers liquides de la série ayant été additionnés d'un peu de toluène, afin d'éviter tout développement de micro-organismes, tous les flacons ont été abandonnés à la température du laboratoire (18°-20°) jusqu'au moment où la rotation a cessé d'augmenter, c'est-à-dire jusqu'à l'arrêt de la réaction glucosidifiante.

Dans le Tableau suivant, nous donnons, en regard de la teneur en alcool de chaque liquide, la rotation de celui-ci à l'arrêt de la réaction et la proportion de glucose combiné qu'il renfermait à ce moment.

Alcool pour 100cm³.	Rotation à l'arrêt de la réaction ($l = 2$).	Glucose combiné pour 100.
g	°	
0	+1	0
2	+1° 6′	6,9
4	+1 10	10
6	+1 14	14
8	+1 20	19,4
10	+1 24	20,6
12	+1 26	22,9
14	+1 30	26,7
16	+1 34	29,7
18	+1 38	31,2
20	+1 46	32,6
22	+1 50	31,7
24	+1 48	30,0
26	+1 40	28,7
28	+1 30	25,6
30	+1 12	14,4
32	+1 8	8,2
34	+1 6	»
36	+1	5,2

Comme on le voit, conformément à la loi générale, la proportion de glucose combiné au moment de l'arrêt de la réaction est d'autant plus grande que le titre alcoolique est plus élevé. S'il en est autrement lorsque ce titre dépasse 20g pour 100cm³, cela tient à ce que la glucosidase est détruite dans les liquides plus riches en alcool, et cela d'autant plus rapidement qu'il y a

plus d'alcool, de telle sorte que le ferment a disparu avant que la réaction ait atteint l'équilibre normal entre le glucoside et ses composants.

Alcool propylique normal. — Les essais portant sur cet alcool ont été effectués comme les précédents; mais il n'a pas été nécessaire de dépasser la proportion de 20g pour 100cm³.

Alcool pour 100cm³.	Rotation à l'arrêt de la réaction ($l = 2$).	Glucose combiné pour 100.
g	°	
0	+1	0
2	+1° 6′	5,6
4	+1 8	8,6
6	+1 10	9,3
8	+1 12	11,7
10	+1 16	16,3
12	+1 20	17,1
14	+1 22	17,9
16	+1 20	19,4
18	+1 12	15,6
20	+1 6	5,8

Dans l'ensemble, les choses se passent donc avec l'alcool propylique comme avec l'alcool éthylique, les proportions de glucose combiné s'élevant d'abord avec la teneur du liquide en alcool, pour diminuer ensuite. Mais, tandis que la destruction de la glucosidase α, dans l'alcool éthylique, se manifeste seulement à partir d'une teneur en alcool de 22g pour 100cm³, elle se produit déjà dans l'alcool propylique avec 14g à 16g pour 100cm³.

En outre, alors qu'il suffit qu'un liquide renferme seulement 20g environ de ce dernier alcool pour 100cm³, pour que toute activité du ferment soit supprimée, il en faut, toutes autres conditions étant identiques, 34g à 36g environ du premier pour produire le même résultat.

L'examen de ces chiffres nous révèle un autre fait intéressant, surtout si on les rapproche de ceux qu'ont fournis les recherches antérieures sur la synthèse biochimique du méthylglucoside α. Ils montrent en effet que la proportion de glucoside formée pour une même teneur en alcool est d'autant plus forte que la molécule alcoolique est plus faible, c'est-à-dire qu'il y a plus de molécules alcooliques dans un même volume : ce qu'on avait déjà observé pour les glucosides β. Ainsi, dans les liquides renfermant 14g d'alcool pour 100cm³, il s'est fait : 51,2 pour 100 de méthylglucoside α, 26,7 pour 100 d'éthylglucoside α et 17,9 pour 100 de propylglucoside α.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE. — *Utilisation des nappes phréatiques par les villes bâties sur les terrasses alluviennes des vallées.* Note de M. **F. Garrigou**, présentée par M. Armand Gautier.

Les alluvions des vallées emprisonnent à leur base des masses d'eau limpides, auxquelles Daubrée a donné le nom de *nappes phréatiques*, c'est-à-dire des nappes d'eau dans lesquelles s'alimentent les puits.

Les eaux de ces nappes sont limpides ; leur température, leur volume et leur abondance offrent des caractères assez constants. Leur niveau au-dessous de la surface du sol varie lui-même assez peu et permet en tout temps de les puiser, grâce aux engins élévatoires les plus simples, norias ou pompes aspirantes.

L'utilisation de ces nappes d'eau a été assez négligée et il n'est pas sans utilité de le rappeler pour préconiser leur emploi régulier.

Chargé de l'étude des eaux potables dans le département de la Haute-Garonne, depuis une douzaine d'années, j'ai eu l'occasion de recommander aux localités intéressées de conserver une portion de l'eau que leur fournissent les nappes phréatiques, ou les sources, dans des réservoirs recevant ces eaux limpides qui restent toujours dans le sol à des températures de 12° à 15° et que la gelée ne peut jamais atteindre.

Les grandes villes bâties sur les alluvions des vallées ont, grâce à leur nappe phréatique, le moyen d'éviter, en cas d'incendie, de n'avoir que des eaux bourbeuses pendant les inondations, ou des eaux facilement congelables dans les grands froids de l'hiver et, par conséquent, inutilisables au moment de parer aux désastres irréparables de la propagation du feu.

A Toulouse, par exemple, où nous avons l'eau de la nappe phréatique à des profondeurs au-dessous de la surface du sol, qui varient entre 1^m et 5^m, on peut, grâce aux puits qui existent dans presque toutes les maisons, surtout dans les quartiers les plus anciens, de pouvoir aborder, en cas de grands incendies pour lesquels l'eau des fontaines est en quantité absolument insignifiante, des réservoirs naturels d'une abondance indéfinie en eau limpide et incongelable.

Il suffit d'avoir des pompes aspirantes et foulantes pour puiser l'eau et la lancer au besoin sur les foyers destructeurs.

On peut agir de même dans tous les cas où les villes sont bâties sur des amas alluviens.

L'économie d'installation est énorme et peut rendre de grands services.

GÉOLOGIE. — *La zone des collines jurassiques de Nans (Var).* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Pierre Termier.

Une zone de collines jurassiques, large au maximum de 2^{km}, s'étend, avec une direction SW-NE, sur une longueur d'environ 17^{km}, du col de Roque-Forcade, en passant par Nans, jusque vers Rougiers. Elle est limitée au Nord par le grand dôme de la Lare, au Sud par le socle de la Sainte-Baume, dont fait partie le plateau du Plan-d'Aups. La série sédimentaire de ces deux massifs autochtones se termine par des couches lacustres appartenant au Crétacé le plus élevé. Ces couches, qui forment, sur les deux bords de la zone de Nans, des bandes étroites et discontinues, plongent de part et d'autre sous les couches jurassiques. On en a conclu que les deux bandes crétacées se rejoignent sous le Jurassique; en d'autres termes, que toute la zone est sans racines.

Mes observations, basées sur des levés géologiques au $\frac{1}{25000}$ et même, pour les environs de Nans, au $\frac{1}{10000}$, m'ont conduit au même résultat. Et cependant l'argument principal que l'on a invoqué en faveur de l'absence de racines, la discontinuité de la zone, ne subsiste pas. En effet, la zone jurassique n'est pas interrompue, au défilé de l'Huveaune, comme le croyait Marcel Bertrand, par un détroit de poudingues crétacés, mettant en communication les deux bandes de la bordure. Elle n'est pas davantage interrompue entre le plateau jurassique de Nans et le chaînon de la Tuilière, figurés sur la feuille géologique d'Aix comme deux îlots, séparés par une étroite bande crétacée. En réalité, on passe de l'un à l'autre sans quitter un seul instant les dolomies kimeridgiennes. On serait tenté de croire que les collines de Nans sont enracinées, si le Jurassique n'était pas toujours en contact avec les couches les plus élevées du Crétacé et non avec les calcaires à Hippurites, par lesquels débute, dans les massifs voisins, la série néocrétacée. D'autre part, la continuité de ces collines avec celles qui sont situées au nord du Plan-d'Aups ne permet pas de s'arrêter à cette interprétation.

Si l'absence de racines de la zone de collines jurassiques ne peut être sérieusement contestée, il n'en est pas de même des conclusions auxquelles sont arrivés Marcel Bertrand et M. Repelin relativement au sens de la poussée qui a transporté la masse en recouvrement dans sa situation actuelle. Sauf dans sa dernière publication de 1900, Marcel Bertrand a toujours envisagé les collines de Nans comme des témoins d'une nappe originaire du versant méridional de la Sainte-Baume, nappe dont le *pli de Riboux* serait la racine, et M. Repelin a adopté cette manière de voir. Qu'une telle nappe se soit étendue vers le Nord jusqu'au delà de la vallée de l'Huveaune ou qu'elle se soit arrêtée au sud de la Lare, on devrait retrouver, dans la zone jurassique de Nans, des traces mécaniques d'un transport vers le Nord et en particulier des charnières anticlinales à concavité dirigée vers le Sud, ou plus exactement vers le Sud-Est. Or c'est précisément l'inverse qui a lieu : les accidents tectoniques qu'on peut observer dans les collines de Nans montrent de la manière la plus évidente que la poussée tangentielle qui leur a donné naissance s'est effectuée du Nord au Sud.

A vrai dire, l'étude détaillée du segment de la zone jurassique de Nans compris entre la Coutronne et la Taurelle nous apprend peu de chose sur le sens de la poussée. Le Lias, le Bajocien et le Bathonien, en succession régulière, y forment un large synclinal parfaitement symétrique, ainsi que l'a reconnu depuis longtemps Marcel Bertrand. Au nord du Plan-d'Aups, la dénudation n'a respecté que le Lias; mais les ravins qui ont ici profondément entamé ce terrain laissent apparaître des calcaires bathoniens fortement laminés et marmorisés, qui pointent sous le Lias sous la forme de *faux anticlinaux*, déversés tantôt vers le Nord et tantôt vers le Sud. On est évidemment ici en présence de parties du flanc inverse d'un pli couché, pincées dans des replis du flanc normal. Les mêmes calcaires bathoniens se présentent encore, à la Grande-Bastide, sous l'aspect d'une lame mince, intercalée entre le Lias charrié et le Crétacé supérieur autochtone; à mi-chemin entre le Plan-d'Aups et la Coutronne, en fenêtre sous le Lias; enfin, dans le défilé de l'Huveaune, formant, sous le Bathonien marneux, un faux anticlinal.

L'étude du versant méridional du massif de Roque-Forcade fournit, par contre, la clé de l'interprétation tectonique de la zone jurassique en recouvrement. J'ai déjà décrit, dans une Note antérieure (1), le bel anticlinal couché qui affecte ici tous les termes du Jurassique. J'ai montré que la barre liasique présente, dans les derniers lacets de la route, une charnière grandiose, et j'ai assimilé, au flanc inverse du pli,

---

(1) *Sur la terminaison occidentale de la Sainte-Baume* (*Comptes rendus*, t. 156, p. 1864).

les barres rocheuses qui descendent dans le ravin de Saint-Pons. J'ai reconnu depuis, dans ce flanc inverse, les calcaires bathoniens, les dolomies kimeridgiennes et les calcaires blancs portlandiens en série renversée. L'axe du pli est dirigé SW-NE et la concavité de la charnière est tournée au NW. La continuité du massif de Roque-Forcade avec les collines de Nans ne fait aucun doute, et il est manifeste dès lors que les lambeaux du flanc inverse qui viennent affleurer près du Plan-d'Aups sont l'équivalent des calcaires jurassiques renversés du vallon de Saint-Pons. Par contre, la charnière du pli et les couches supérieures du flanc normal n'ont pas échappé à l'érosion.

L'étude de la colline du Vieux-Nans m'a montré qu'ici toute la partie frontale de l'anticlinal couché est de nouveau conservée. Le plongement des couches a lieu uniformément vers le Sud-Est. Dans cette direction, le flanc de la colline est constitué par une grande dalle de calcaires du Bathonien supérieur, supportant par places des dolomies kimeridgiennes. Sur le flanc Nord-Ouest affleure le Bathonien inférieur marneux, mais une lame renversée de calcaires bathoniens et de dolomies s'intercale entre ce Bathonien inférieur et le Crétacé supérieur du flanc sud-est de la Lare. Si le Jurassique était enraciné, une telle succession s'expliquerait tout naturellement en admettant l'existence d'un anticlinal déversé vers le nord-ouest, mais comme cette hypothèse est inadmissible, on doit envisager la colline du Vieux-Nans comme une tête d'anticlinal plongeant; la charnière, ouverte au Nord-Ouest, s'enfonce donc dans les couches crétacées les plus élevées du soubassement autochtone. La tectonique des collines situées au nord-est de Nans peut s'interpréter exactement de la même manière.

La présence d'une charnière à concavité dirigée vers le Nord-Ouest, aux deux extrémités de la zone de Nans, ne peut laisser aucun doute sur le sens de la poussée qui a amené cette zone dans sa situation actuelle. Le refoulement s'est produit vers le Sud-Est, le pli couché auquel il a donné naissance et dont la charnière est partiellement conservée doit être, suivant toute vraisemblance, mis en relation avec les plissements qui ont accidenté la zone triasique de l'Huveaune.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au 1er janvier 1914.* Note de M. **Alfred Angot.**

Les observations magnétiques, faites au Val-Joyeux depuis 1901 (latitude 48°49′16″ N.; longitude 0°19′23″ Ouest de Paris), font suite à celles qui ont été poursuivies au Parc Saint-Maur, de 1884 à 1901 inclus. Elles

ont été continuées en 1913 par M. J. Itié, sous la direction de M. Dufour, avec les mêmes appareils, et ont été réduites par les mêmes méthodes que les années précédentes.

Les valeurs des éléments magnétiques pour le 1er janvier 1914, données ci-dessous, résultent de la moyenne des observations horaires relevées sur les magnétographes le 31 décembre 1913 et le 1er janvier 1914 et rapportées à des mesures absolues. La variation séculaire des divers éléments est la différence entre ces valeurs et celles qui ont été indiquées pour le 1er janvier 1913 (1) :

Valeurs absolues et variations séculaires des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

	Valeurs absolues pour l'époque 1914,0.	Variation séculaire.
Déclinaison	13°54′,43	—9′,83
Inclinaison	64°38′,4	—1′,1
Composante horizontale	0,19742	—0,00004
Composante verticale	0,41653	—0,00043
Composante nord	0,19163	+0,00009
Composante ouest	0,04745	—0,00056
Force totale	0,46095	—0,00040

La variation séculaire de la déclinaison avait atteint 9′,17 en 1912. Cette valeur, la plus élevée de la période de 30 années que comprenait la série des observations au 1er janvier 1913, a été encore dépassée au cours de la dernière année, dans laquelle la déclinaison a diminué de 9′,83. La composante horizontale est sensiblement constante depuis 1908.

M. **A.-J. Stodolkiewicz** adresse une Note intitulée : *Sur les équations différentielles d'ordre premier dont les coefficients sont des fonctions rationnelles du deuxième degré.*

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 156, p. 173.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 janvier 1914.

Les prix Nobel en 1912. Stockholm, Imprimerie Royale, P.-A. Norstedt et Söner, 1913; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Les problèmes de la sexualité, par Maurice Caullery, avec 49 figures dans le texte. Paris, Ernest Flammarion; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bouvier.)

Carl Christensen. *Index Filicum, sive enumeratio omnium generum specierumque Filicum et Hydropteridum, ab anno* 1753 *ad finem anni* 1906 *descriptorum.* Supplementum : 1906-1912. Copenhague, H. Hagerup, 1913; 1 fasc. in-8°. (Présenté par le Prince Bonaparte.)

Sur l'origine parthénogénétique du gamétophyte, par Charles Janet. Limoges, Ducourtieux et Gout, 1913; 1 fasc. in-8°.

The withe rhinoceros, by Edmund Heller, with thirty-one plates. (*Smithsonian Miscellaneous Collections;* t. LXI; n° 1.) City of Washington, 1913; 1 fasc. in-8°.

Anthropological Report of the Ibo-speaking peoples of Nigeria, by Northcote W. Thomas : Part I. *Law and custom of the Ibo of the Awka Neighbourhood, S. Nigeria.* — Part II. *English-Ibo and Ibo-English dictionary.* — Part III. *Proverbs, Narratives, Vocabularies and Grammar.* Londres, Harisson et fils, 1913; 3 vol. in-8°.

The geographical Journal; t. XLIII, n° 1; january 1914. Londres; 1 fasc. in-8°.

Boletim do Museu Goeldi (Museu Parense) *de Historia natural e Ethnographia;* t. VII, 1910. Para (Brésil), 1913; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 22 décembre 1913.)

Note de M. *Arnaud de Gramont*, Sur le spectre de bandes de l'aluminium, etc. :

Page 1366, ligne 11, *au lieu de*

ξ 4470,6

lire

ε 4470,6

(Séance du 29 décembre 1913.)

Note de M. *Léon Lichtenstein*, Intégration de l'équation $\Delta_2 u = ke^u$ sur une surface fermée :

Page 1509, ligne 13, *au lieu de* $2 r_i'^{-2} (\log r_i')^{-2}$, *lire* $\frac{2}{\rho} r_i'^{-2} (\log r_i')^{-2}$.

Page 1510, ligne 14, *au lieu de* $Z_u(p, q)$, *lire* $|Z_n(p, q)|$.

Même page, ligne 15, *au lieu de* H, *lire* $\pm$ H.